Aus der Universitäts-HNO-Klinik und -Poliklinik Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. W. K l e y

AEQUILIBRIOMETRISCHE FUNKTIONSPRÜFUNGEN BEI PATIENTEN MIT ZUSTAND NACH NECK DISSECTION

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Joachim Schubert

aus Augsburg

Würzburg, den 19.Mai 1982

Aus der Universitäts-HNO-Klinik und -Poliklinik Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. W. K l e y

AEQUILIBRIOMETRISCHE FUNKTIONSPRÜFUNGEN BEI PATIENTEN MIT ZUSTAND NACH NECK DISSECTION

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Joachim Schubert

aus Augsburg

Würzburg, den 19.Mai 1982

Referent:	Professor Dr. C.F. Claussen
Korreferent:	Professor Dr. W. Kley
Dekan:	Professor Dr. K.-A. Bushe

Tag der mündlichen Prüfung: 27.7.1982

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Die Neck dissection	4
3.	Versuchsbeschreibung und Probanden	7
3.1	Versuchspersonen	7
3.2	Anamnese	7
3.3	Die Cranio-Corpo-Graphie	10
3.4	Der rotatorische Intensitätsdämpfungs-Test	12
3.5	Der orthogonale Blickfolge-Test	15
4.	Ergebnisse	20
4.1	Gesamtstatistik	20
4.1.1	Anamnese	20
4.1.2	Unterberger-Fukuda-Tretversuch	21
4.1.3	Torticollis-Angulogramm	27
4.1.4	Rotatorischer Intensitätsdämpfungs-Test	28
4.1.5	Tracking-Test	31
4.2	Monokasuistik, 7 Fallbeispiele	40
5.	Diskussion	68
5.1	Funktionelle Anatomie des gleichgewichtsregulierenden Systems	68
5.2	Funktionstopographisch ausgerichtete aequilibriometrische Prüfungen	76
5.3	Aequilibriometrische Befunde bei operativer Veränderung bestimmter Halsstrukturen	80
6.	Zusammenfassung	89
7.	Literaturverzeichnis	91

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543526_0053

1. Einleitung

Der Gleichgewichtsapparat des Menschen ist als funktionelles, sensomotorisches System zu verstehen. Er besteht aus untereinander mit Feed-back-Schleifen verschalteten Regelkreisen. Aus den Untersuchungen der Neurophysiologie und Neuroanatomie ist bekannt, daß der vestibuläre Anteil der Gleichgewichtsfunktion eng verbunden ist mit dem motorischen Skelett- und Stützapparat, mit der Augenmuskelmotorik, mit subkortikalen und kortikalen Hirnstrukturen.

So ist es zu verstehen, daß Störungen, die in einem Regelkreis stattfinden, sich auch auf weitere, zugeschaltete Regelkreise auswirken können. Augenstellungsanomalien führen z.B. bei manchen Patienten zu Nystagmus und Schiefhals. Die vestibuläre Reizung bei einer Schiffsreise kann Nystagmus, Übelkeit und Erbrechen provozieren.

Bei dem in dieser Arbeit untersuchten Patientenkollektiv liegt eine Verstellung des Kopfes zum Körper, ein sogenannter Torticollis vor. Aufgezwungen ist diese Verdrehung des Kopfes zum Körper den Patienten durch eine Operation im Halsbereich, die Neck dissection.

Die Gleichgewichtsfunktionsdiagnostik, die bei dieser Probandengruppe durchgeführt wurde, ist von folgenden Ziel-

richtungen bestimmt:

- führt die Verstellung des Kopfes zum Körper zu Gleichgewichtsfunktionsstörungen ?
- welche Gleichgewichtsveränderungen sind objektivierbar ?
- sind Gleichgewichtsstörungen such subjektiv vorhanden ?
- welche Rolle spielt dabei die Entfernung des Sinnesorgans Halsmuskulatur ?
- welche Rolle spielt die veränderte Gefäßversorgung ?

Im Rahmen dieser Zielsetzung wurde bei der Patientengruppe die neurootologische Funktionsdiagnostik durchgeführt. Ergänzt wurde sie durch eine spezifisch neurootologische Anamneseerhebung.

Ausgehend von dem Modell, daß ein Rezeptor über Verschaltungen in verschiedenen Bereichen des Zentralnervensystems mit einem oder mehreren Effektoren verbunden ist, benutzen die neurootologischen Untersuchungsmethoden derartige sinnesphysiologische Meßsysteme. In dieser Arbeit werden das retino-okuläre sensomotorische System, das vestibulo-okuläre und das vestibulo-spinale System einer differenzierten Funktionsdiagnostik unterzogen. Dabei ist der pathodiagnostische Test für das retino-okuläre System der orthogonale Blickfolge-Test (der Tracking-Test). Der rotatorische Intensitätsdämpfungs-Test

(RIDT) untersucht das vestibulo-okuläre System und der Tretversuch nach UNTERBERGER und FUKUDA stellt mit Hilfe der von CLAUSSEN entwickelten Cranio-Corpo-Graphie eine funktionelle Systemanalyse der vestibulo-spinalen Gleichgewichtsreaktion dar.

Die Morphologie dieser Systeme ist ebenso ausgeführt wie die einzelnen neurootologischen Untersuchungsmethoden, die in dieser Arbeit angewendet werden. Eine Erläuterung des operativen Eingriffs, der zu dieser Verstellung zwischen Kopf und Körper führt, ist aus Gründen des Verständnisses vorangestellt.

2. Die Neck dissection

Das Prinzip der Neck dissection ist eine Halslymphknotenausräumung im Block. Das ganze lateroventrale Lymphsystem einer Halsseite, von der Schädelbasis bis hin zur Klavikula wird in einem zusammenhängenden Stück entfernt. Das Ziel der Neck dissection ist die Verhinderung lymphogener Tumoraussaat bei Primärtumoren im Einzugsbereich der Halslymphknoten ohne sowie mit nachweisbarer Metastasierung. So ist z.B. eine Neck dissection im Anschluß an eine Laryngektomie bei einem malignen Tumor des Kehlkopfes zur Routinemaßnahme geworden.

Entsprechend dem operativen Vorgehen bei der Blockresektion können zwei verschieden radikale Formen angeführt werden.

Zum einen ist die konservative Neck dissection zu nennen, andere, z.T. verlassene Bezeichnungen hierfür sind elektive, systematische sowie funktionelle Neck dissection. Es findet eine Präparation statt, die sich eng an den Faszienhüllen orientiert, welche das Lymphsystem von den anderen Strukturen des Halses trennt. Das Halslymphknotenpaket wird unter Erhaltung des Musculus sternocleidomastoideus, der Vena jugularis und des Nervus accessorius über der Gefäßscheide, in der Supraklavikulargrube, vor dem Vorderrand des M. trapezius sowie kranial bis zum unteren Parotispol und zur Mastoidspitze

hin herausgenommen. Da weitgehend alle wichtigen muskulären und nervösen Strukturen erhalten bleiben, sind postoperativ keine wesentlichen motorischen und sensiblen Ausfälle zu beobachten. Eine postoperativ eingeschränkte Beweglichkeit des Kopfes bzw. ein postoperativer Torticollis werden somit vom Ausmaß der Vernarbung bestimmt. Die konservative Neck dissection erlaubt ein einzeitiges beidseitiges Vorgehen. Im Unterschied zur unten dargestellten radikalen Form der Neck dissection ist dies die wesentlich schonendere Methode. Sie erfordert jedoch bedeutend mehr Zeitaufwand und ein größeres Maß an operativer Genauigkeit.

Die radikale Neck dissection stellt eine weitaus eingreifendere Methode des Vorgehens dar. Sie wird auch als klassische oder kurative Neck dissection bezeichnet. Da ihre Radikalität sehr groß ist, ist die Indikation beschränkt auf palpable oder histologisch nachgewiesene Lymphknotenmetastasen bei entsprechenden Primärtumoren. Bei der radikalen Neck dissection werden der M. sternocleidomastoideus, die Vena jugularis interna, der M. omohyoideus sowie die Glandula submandibularis im Block mit dem lateroventralen Lymphsystem und den entsprechenden Faszienscheiden abgetragen. Der Nervus accessorius wird aufgrund seiner Bedeutung für die Innervation des M. trapezius geschont. Sein Opfer wird jedoch nötig, wenn er ein Tumorpaket durchläuft. Postoperativ kommt es dann auf der operierten Seite zu einem Schultertiefstand und einem erschwer-

ten Anheben des abduzierten Armes. Der Schultertiefstand führt über seinen Einfluß auf die Stellung der Halswirbelsäule in vielen Fällen zu postoperativen Beschwerden im Bereich des Schultergürtels. Die radikale Neck dissection, die zumindest in einer Sitzung nur einseitig ausgeführt werden kann, hat eine postoperative Schiefhaltung des Halses und des Kopfes zur Folge. Dies ist hauptsächlich der Entfernung des M. sternocleidomastoideus geschuldet. Die Entfernung oder Belassung des Nervus accessorius spielt dabei nach BOCCA eine untergeordnete Rolle. Der Schweregrad der Seitenrotation und der Seitenneigung des Kopfes wird auch hier mitbestimmt vom Ausmaß der gerade bei der radikalen Neck dissection oft ausgedehnten Vernarbung. Erfolgt prä- oder postoperativ eine Bestrahlung der operierten Halsseite, so nimmt die bindegewebige Verwachsung und Verhärtung der operierten Region weiter zu.

Es ist zusammenfassend festzuhalten, daß das Ausmaß der postoperativen Schiefhaltung von Kopf und Hals bei den Neck dissection - operierten Patienten individuell sehr verschieden ist. Einflußgebende Faktoren sind die Operationsmethode, die Vernarbung, eine postoperative Radiatio und die Ein- oder Zweiseitigkeit der Neck dissection.

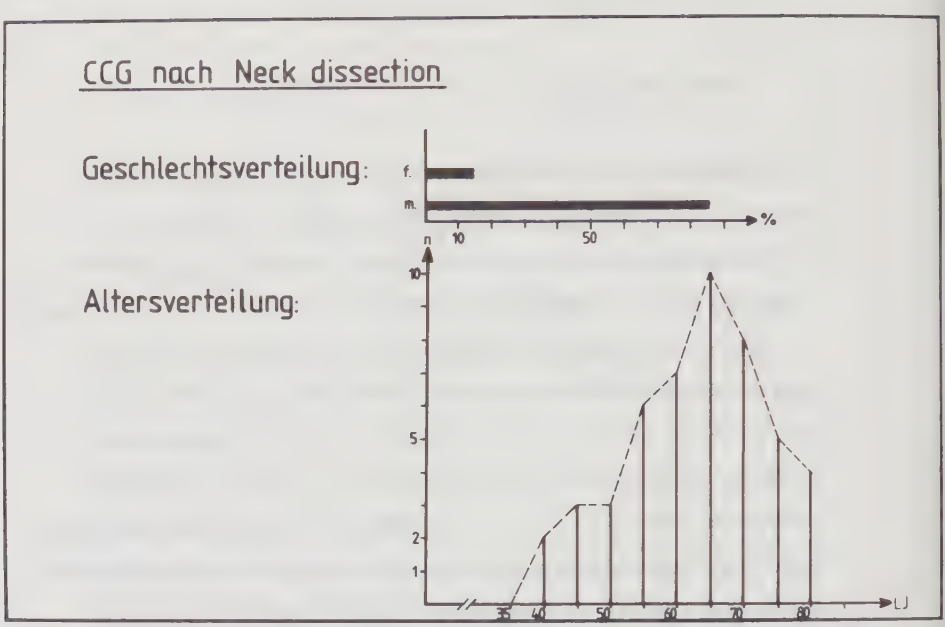
3. Versuchsbeschreibung und Probanden

3.1. Versuchspersonen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 48 Patienten der Hals - Nasen - Ohren - Universitätsklinik Würzburg untersucht. Bei 16 Patienten war eine rechtsseitige, bei 24 eine linksseitige und bei 8 eine beidseitige Neck dissection vorgenommen worden. Die zeitliche Differenz der Operation zur neurootologischen Untersuchung beträgt einen Zeitraum von vier Wochen bis zu mehreren Jahren. Über 85% der untersuchten Patienten sind männlichen Geschlechts, weniger als 15% sind weiblichen Geschlechts. Diese deutliche Differenz läßt sich erklären durch das wesentlich häufigere Vorkommen des Kehlkopfkarzinoms bei Männern. Das Kehlkopfkarzinom ist als häufigste Indikation zur Neck dissection bekannt. Die Altersverteilung weist einen Gipfel über dem 65. Lebensjahr auf. Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt der Untersuchung 35 Jahre alt, der älteste 80 Jahre (siehe auch Abb. 1).

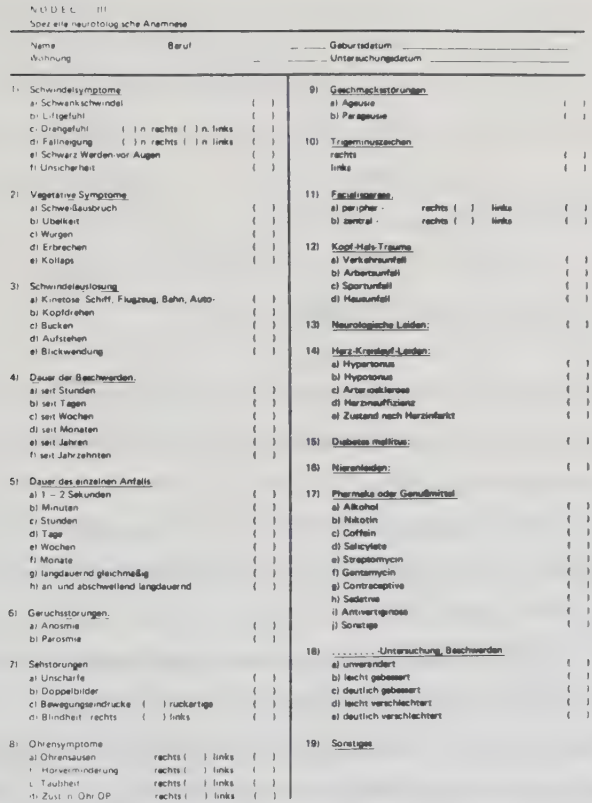
3.2. Anamnese

Die spezielle neurootologische Anamese wurde anhand des systematisierten Fragebogens NODEC III erhoben (siehe Abb. 2).



(Abb.1, siehe Text)

Bei der Frage nach ihren Schwindelsymptomen hatten die Patienten anzugeben, ob es sich in ihrem Fall um einen Schwankschwindel, einen Liftschwindel, einen Drehschwindel, um eine Fallneigung, ein Schwarz-Werden-vor-Augen oder um ein Unsicherheitsgefühl handelt. Weiter wurde nach vegetativer Begleitsymptomatik und nach Auslösemechanismen des Schwindelanfalls, nach Dauer der Beschwerden und Länge des einzelnen Anfalls gefragt. Darüberhinaus galten dem weiteren Gesundheitszustand die der Abbildung 2 zu entnehmenden Items.



Spezielle neurotologische Anamnese

Name Beruf Geburtsdatum

Wohnung Untersuchungsdatum

1) Schwindelsymptome
a) Schwankschwindel ( )
b) Liftgefühl ( )
c) Drehgefühl ( ) n. rechts ( ) n. links ( )
d) Fallneigung ( ) n. rechts ( ) n. links ( )
e) Schwarz Werden vor Augen ( )
f) Unsicherheit ( )

2) Vegetative Symptome
a) Schweißausbruch ( )
b) Übelkeit ( )
c) Würgen ( )
d) Erbrechen ( )
e) Kollaps ( )

3) Schwindelauslösung
a) Kinetose: Schiff, Flugzeug, Bahn, Auto- ( )
b) Kopfdrehen ( )
c) Bücken ( )
d) Aufstehen ( )
e) Blickwendung ( )

4) Dauer der Beschwerden:
a) seit Stunden ( )
b) seit Tagen ( )
c) seit Wochen ( )
d) seit Monaten ( )
e) seit Jahren ( )
f) seit Jahrzehnten ( )

5) Dauer des einzelnen Anfalls
a) 1 – 2 Sekunden ( )
b) Minuten ( )
c) Stunden ( )
d) Tage ( )
e) Wochen ( )
f) Monate ( )
g) langdauernd gleichmäßig ( )
h) an- und abschwellend langdauernd ( )

6) Geruchsstörungen:
a) Anosmie ( )
b) Parosmie ( )

7) Sehstörungen
a) Unschärfe ( )
b) Doppelbilder ( )
c) Bewegungseindrücke ( ) ruckartige ( )
d) Blindheit rechts ( ) links ( )

8) Ohrensymptome
a) Ohrensausen rechts ( ) links ( )
b) Hörverminderung rechts ( ) links ( )
c) Taubheit rechts ( ) links ( )
d) Zust. n. Ohr OP rechts ( ) links ( )

9) Geschmacksstörungen
a) Ageuse ( )
b) Parageuse ( )

10) Trigeminuszeichen
rechts ( )
links ( )

11) Facialisparese
a) peripher - rechts ( ) links ( )
b) zentral - rechts ( ) links ( )

12) Kopf-Hals-Trauma
a) Verkehrsunfall ( )
b) Arbeitsunfall ( )
c) Sportunfall ( )
d) Hausunfall ( )

13) Neurologische Leiden: ( )

14) Herz-Kreislauf-Leiden:
a) Hypertonus ( )
b) Hypotonus ( )
c) Arteriosklerose ( )
d) Herzinsuffizienz ( )
e) Zustand nach Herzinfarkt ( )

15) Diabetes mellitus: ( )

16) Nierenleiden: ( )

17) Pharmaka oder Genußmittel
a) Alkohol ( )
b) Nikotin ( )
c) Coffein ( )
d) Salicylate ( )
e) Streptomycin ( )
f) Gentamycin ( )
g) Contraceptiva ( )
h) Sedativa ( )
i) Antivertiginosa ( )
j) Sonstige ( )

18) .....-Untersuchung, Beschwerden
a) unverändert ( )
b) leicht gebessert ( )
c) deutlich gebessert ( )
d) leicht verschlechtert ( )
e) deutlich verschlechtert ( )

19) Sonstiges

(Abb.2, Erhebungsbogen der neurootologischen Anamnese)

Erweitert wurde die Anamnese durch eine Erhebung des postoperativen Zustands der Patienten. Hier galt die Befragung den subjektiven Empfindungen und es fand eine Untersuchung der Armabduktion, der Armelevation und des Kopfwendens statt. Eine Einschränkung dieser Funktionen im Bereich des Schultergürtels sind, wie wir oben sahen, bekannte Folgen der Neck dissection. Ebenfalls wurde das Ausmaß der Vernarbung im Halsbereich festgestellt.

3.3. Die Cranio-Corpo-Graphie (CCG)

Die CCG nach CLAUSSEN erlaubt eine Prüfung des vestibulospinalen Systems, welche anhand von Polaroidbildern dokumentiert und quantitativ erfaßt werden kann. Von den vestibulospinalen Tests wurden der Stehversuch nach ROMBERG und der Tretversuch nach UNTERBERGER und FUKUDA ausgewählt.

Zur Durchführung werden die beiden Schultern, Stirn und Hinterhaupt des Patienten mit Leuchtmarken markiert. Um optische Reize auszuschalten, die eine visuelle Orientierung ermöglichen könnten, werden die Augen des Patienten abgedeckt. Im verdunkelten Raum nimmt eine Polaroid-Sofortbildkamera, die oberhalb des Patienten angebracht ist, die Leuchtspur der vier Glühlämpchen auf. Als Meßsystem wird in einer zweiten Belichtung ein Polarkoordinatenkreuz mit Glühmarken in Höhe des Kopfes des Patienten eingeblendet. Dieses Bezugssystem ermöglicht die Ausmessung der Leuchtspur auf dem

Polaroidbild. Für den UNTERBERGER-FUKUDA-Tretversuch werden die Patienten aufgefordert, 80 bis 100 mal mit geschlossenen Augen auf der Stelle zu treten. Die Leuchtspur, die dabei auf den Polaroidbildern entstand, wurde nach folgenden Parametern untersucht:

- anguläre Deviation, das ist die Seitenabweichung des Körpers;
- Eigenspin, das ist die Verdrehung um die Körperachse in der Endstellung nach rechts oder links, gemessen in Winkelgraden;
- Abweichungslänge, das ist die Distanz der zurückgelegten Strecke nach vorne bzw. hinten;
- laterale Schwankungsbreite des Körpers bzw. Kopfes.

Die Ergebnisse dieses vestibulo-spinalen Tests erlauben aufgrund der Resultate der Datenbank NODEC I und der Ergebnisse der Arbeit von KÖPF Aussagen über normale und pathologische Reaktionen im Tretversuch. Für die Seitenabweichung gilt, daß der Normalbereich zwischen 70° nach rechts und 40° nach links liegt. Die Körperschwankung kann bis zu einer Schwankungsbreite von 17.5 cm nach KÖPF als normal angesehen werden. Diese Normbereiche wurden ermittelt bei Untersuchungen von gemischten Kollektiven, d.h. sowohl gesunder wie krankhaft reagierender Probanden. Der Normbereich, der erhalten wird, bezieht sich in Mittelwert und Streubereich auf das Verhalten aller untersuchten Fälle.

Das CCG-Muster einer zentralen vestibulo-spinalen Störung weist eine den Normalbereich überschreitende Lateralschwankung des Körpers auf. Die periphere Störung des Vestibularapparates führt zu einer angulären Deviation, die die genannten Normwerte für die Seitenabweichung überschreitet.

Beim ROMBERG - Stehversuch werden die Patienten aufgefordert, 60 Sekunden auf der Stelle bewegungslos zu verharren. In dieser Arbeit wird dieser vestibulo-spinale Test zur Lösung des Problems der genauen quantitativen Analyse des Torticolliswinkels benutzt. Diesen erhält man, wenn die beiden Schulterleuchtmarken durch eine erste, die Stirn- und Hinterhauptsleuchtmarken durch eine zweite Linie auf dem Polaroidbild verbunden werden. Die Winkel, in dem die beiden Linien zueinander stehen, können nun leicht ausgemessen werden. Der kleinere Winkel gibt die Verdrehung des Kopfes zur Schulter, also den Torticollis an. Ein auf diese Weise behandeltes ROMBERG - CCG kann man auch als Torticollisangulogramm bezeichnen.

3.4. Der rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)

Bei dem RIDT werden durch exakt dosierbare Beschleunigungsstimuli per- und postrotatorische Nystagmusreaktionen provoziert. Die Beschleunigung wirkt als Reiz für die Innenohrrezeptoren. Da allerdings beide Labyrinthorgane, rechts wie links, betroffen sind, kann eine Seitenzuordnung bei

z.B. einer peripheren Störung eines Labyrinthorgans nicht allein anhand des RIDT erfolgen.

Bei einer Drehbeschleunigung wird der Rezeptor des lateralen Bogenganges, die Cupula, entsprechend der Beschleunigung und der Richtung ausgelenkt. So führt eine rechtsgerichtete Drehbeschleunigung zu einer Cupulaauslenkung im rechten lateralen Bogengang auf den Utriculus zu, und somit zu einer Erhöhung der Frequenzrate des Ruhetonus, d.h. zu einer Informationsvermehrung in den ableitenden Nervenbahnen. Gleichzeitig wird die Cupula des linken lateralen Bogenganges bogengangwärts ausgelenkt. Dies führt zu einer Verminderung der Trains of spikes des Ruhetonus. Aus einer rechtsgerichteten Drehbeschleunigung resultiert somit ein perrotatorischer Rechtsnystagmus, also ein Nystagmus in Drehrichtung, während der postrotatorische Nystagmus entgegen der Drehrichtung schlägt. Dann nämlich wird die Cupula des rechten Bogenganges durch die nach einem plötzlichen Stop aufgrund ihrer Massenträgheit weiterfließenden Endolymphe bogengangwärts ausgelenkt, während die Cupula des linken lateralen Bogenganges nun utriculuswärts bewegt wird.

Zur Durchführung sitzt der Patient, dem links und rechts und oberhalb und unterhalb jedes seiner Augen Elektroden aufgeklebt werden - diese dienen der Mehrspur-ENG-Ableitung seiner Augenbewegungen -, auf einem programmierbaren Drehstuhl. Sein Haupt wird dabei um 30° anteflektiert,

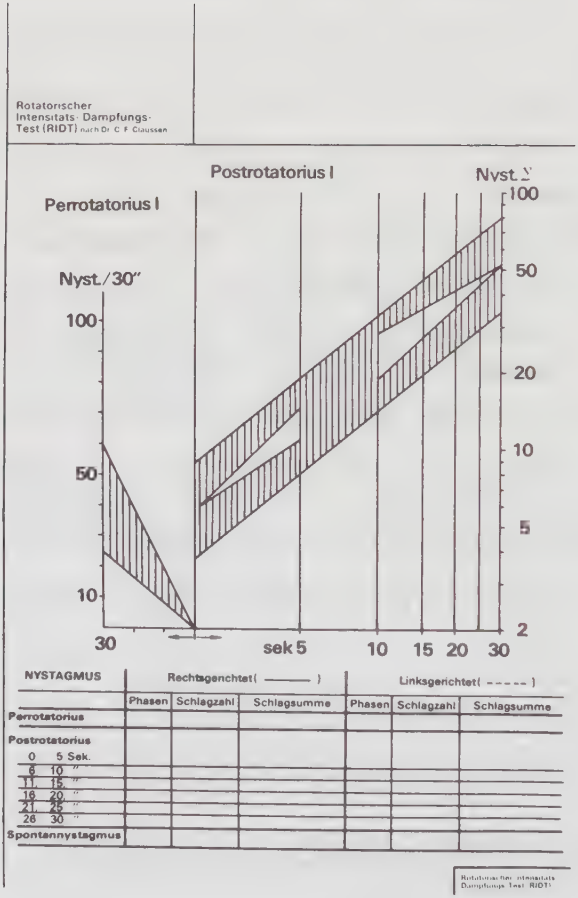
um die lateralen Bogengänge in die horizontale Ebene zu bringen. Der linear programmierbare Drehstuhl wird zur Erzeugung des perrotatorischen Nystagmus über 30 Sekunden mit 3° / sec² beschleunigt und nachdem die Endgeschwindigkeit von 90° / sec erreicht ist, wird sie über eine Dauer von 3 Minuten beibehalten, um dann mit einem Stop des Drehstuhls binnen einer Drittelsekunde den postrotatorischen Nystagmus zu provozieren. Der hierbei auftretende Beschleunigungsstimulus von etwa 270° / sec² überschreitet deutlich die oberste Rezeptordiskriminationsfähigkeit des Labyrinthorgans, die bei etwa 180° / sec² liegt. Der Patient hält während des Versuchs die Augen geschlossen, da ein optokinetischer Nystagmus zu vermeiden ist.

Die Ergebnisse der rotatorischen Prüfung, die mittels der Elektronystagmographie erhalten werden, können nun quantitativ erfaßt werden. Zur klinischen Auswertung wird dabei die L - förmige Kennliniensynopsis verwendet, die von CLAUSSEN entwickelt wurde. In ihr sind die Normalbereiche, die anhand des NODEC I - Kollektivs errechnet wurden, graphisch vorgegeben. Es handelt sich dabei um ein Kollektiv von 1440 gesunden und kranken Probanden. Die Kennlinie des perrotatorischen Nystagmus erhält man bei Berechnung der Schlagratensumme im Kulminationsbereich über 30 Sekunden. Der postrotatorische Nystagmus, der nach dem Stop hyperbelförmig, also entsprechend einer abfallenden Funktion abklingt, kann ebenfalls eine lineare Kennlinie ergeben, wenn man die

Schlagratensumme der ersten 30 Sekunden doppellogarithmisch aufträgt. Dafür werden die postrotatorischen Nystagmusschläge in jeweils 5-Sekunden-Intervallen ausgezählt; es ergeben sich folglich 6 Werte, die als Schlagsumme fortlaufend addiert werden. Die jeweilige Summe entspricht einem postrotatorischen Schlagsummenintegral, dieses kann nun in das Schema übertragen werden. In das von CLAUSSEN entwickelte Kennlinienschema (Abb.3) eingetragen, ergeben die Kennlinien der per- und postrotatorischen Nystagmusschläge die L - Kennliniensynopsis, anhand derer nun pathologische Abweichungen im vestibulookulären Gleichgewichtsfunktionskreis leicht erkannt werden können. Zur Vereinfachung werden die Kennlinien sowohl für den links- wie auch für den rechtsgerichteten Nystagmus in das gleiche Schema eingetragen. Außerdem kann eine Codierung vorgenommen werden; die Kennlinie einer Nystagmusschlagsumme, die innerhalb des Normalbereichs liegt, wird mit einer " 0 " bezeichnet, für Schlagraten, die größer sind als der Normalbereich, steht eine " 2 ", für die Schlagraten unterhalb des Normalbereichs eine " 1 ". Die Reihenfolge dieser Codierung ist rechts perrotatorisch, links perrotatorisch, links postrotatorisch und schließlich rechts postrotatorisch.

3.5. Der orthogonale Blickfolge-Test (Tracking-Test)

Die Untersuchung der Augenfolgebewegung mittels des orthogonalen Blickfolge-Tests dient der Funktionsdiagnostik des retino-okulären Systems. Die Ableitung der Augenbewegungen



(Abb.3, siehe Text)

findet, wie bereits beim rotatorischen Intensitätsdämpfungs-Test beschrieben, mittels der Mehrspur-ENG statt. Der Tracking-Test benutzt einen Stimulus in Form eines Lichtsignals, das dem Patienten jeweils in fünf hinereinander ablaufenden Stimuluszyklen von links nach rechts und rechts nach links, sowie von unten nach oben und von oben nach unten mit einer Winkelgeschwindigkeit von 20° / sec über einen Horizontabschnitt von 60° vorgeführt wird. An den Patienten, der in einem abgedunkelten Raum sitzt, ergeht die Aufforderung, mit größtmöglicher Konzentration dem Lichtsignal mit beiden Augen zu folgen.

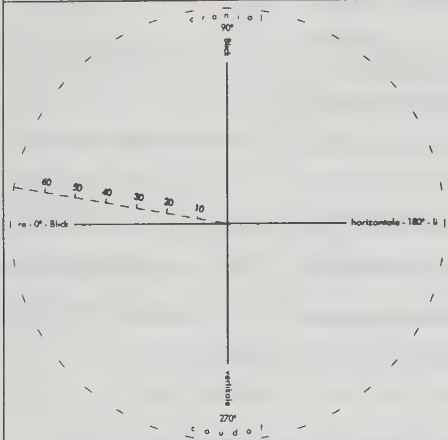
Die monokulären horizontalen und vertikalen Elektronystagmogramme wurden quantitativ bezüglich der aufgetretenen Nystagmusschläge während dieser fünf Stimuluszyklen in jeder Richtung ausgewertet. Ebenfalls wurden für die jeweils fünf Stimuluszyklen die längsten Blickfolgezeiten, d.h. Augenfolgebewegungen ohne Unterbrechung durch eine ruckartige, abweichende Augenbewegung, errechnet und für jede der vier Folgerichtungen addiert. Das Nystagmusverhalten kann ebenso wie das Blickfolgeverhalten vektoriell auf einem rechtwinkeligen Koordinatensystem abgetragen werden. Die Vektoren der Nystagmusfrequenzen und der Summe der längsten Blickfolgeperioden sind dabei für jede Stimulusrichtung gegensätzlich. Verbindet man die Spitzen der vier Vektoren untereinander, so erhält man eine Drachenfigur. Es entsteht ein "Drachen" der Blickfolgeperioden und ein "Drachen" der Nystagmusfrequenzen. Für jede Dra-

chenfigur kann nach Vektoraddition ein Präponderanzvektor erhalten werden. Die Auswertung fand anhand des Blickprüfungsbogens nach CLAUSSEN statt (siehe Abb.4). Im unteren Teil des Auswertungsbogens werden die Einzelvektoren und die Präponderanzvektoren für die Nystagmusfrequenzen sowie für die fünf längsten Blickfolgeperioden eingetragen. Im oberen Teil werden die Drachenfiguren abgetragen, der Blickfolgedrachen wird mit unterbrochenen, der Frequenzdrachen mit durchgezogenen Linien dargestellt. Das Drachenschema nach CLAUSSEN bietet die Möglichkeit der einfachen Diagnose retino-okulärer Funktionsstörungen durch Erkennung normaler und pathologischer Muster mit einem Blick. Die Drachen werden bezüglich ihrer Größe und Symmetrie bewertet. Die Fläche der Drachen ist Ausdruck für die Steuerimpulse bzw. für die Dauer der gleichmäßigen Blickfolge. Die Gestalt der Drachen weist auf Richtungsgleichgewichte hin, sofern sich der Diagonalschwerpunkt im Symmetriebereich des Drachens befindet und auf Richtungsungleichgewichte, sofern er sich aus dem Symmetriezentrum verschiebt.

Nach Untersuchungen von CLAUSSEN weisen die Präponderanzvektoren sowohl der Blickfolgedrachen wie der Nystagmusfrequenzdrachen nach links oben in Richtung des Bell'schen Phänomens. Ebenfalls CLAUSSEN stellte fest, daß zwischen abwärtsgerichteten Drachenleinenvektoren und Störungen im Bereich der zentralen vestibulären und optokinetischen Strukturen ein Zusammenhang gegeben zu sein scheint.

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)



Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.

Pendelfolge

Tracking-Test (. . . °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten		Nystagmus	
	Summe	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°				
Blickfolge n. cran. – 90°				
Blickfolge n. l – 180°				
Blickfolge n. caud. – 270°				
Drachen(einen) Vektor				

Auswertung.

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)
nach Dr. C. F. Claussen

(Abb.4, siehe Text)

4. Ergebnisse

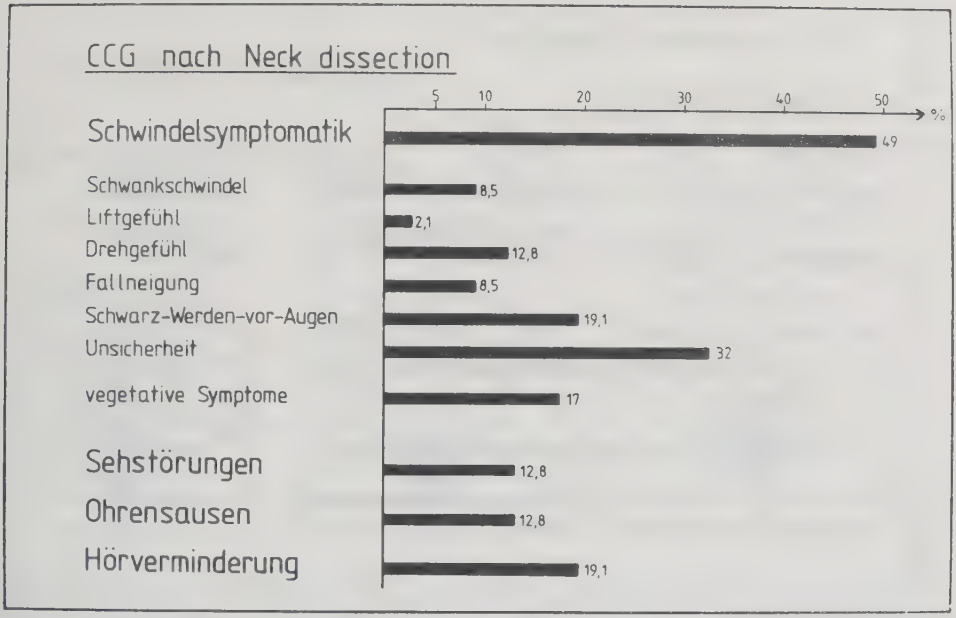
4.1. Gesamtstatistik

4.1.1. Anamnese

Etwa die Hälfte der untersuchten Patienten (siehe Abb.1) klagte über eine Schwindelsymptomatik, die überwiegend postoperativ aufgetreten ist. An erster Stelle steht hier das Unsicherheitsgefühl (32%), gefolgt von Schwarz-Werden-vor-Augen (19%) und von einem Drehschwindel, über den etwa 13% aller Untersuchten klagten. Von Schwankschwindel und Fallneigung berichteten jeweils ca. 8% des Patientenkollektivs. Von vegetativen Sensationen im Zusammenhang mit der Schwindelsymptomatik sprachen 17% der Patienten.

Etwa 13% klagten über Sehstörungen und Tinnitus, 19% der Patienten wiesen eine Hörverminderung auf. Bezüglich der Seh- und Hörstörungen ist jedoch festzuhalten, daß diese Beschwerden nur zu einem geringen Anteil postoperativ aufgetreten waren. Häufig bestanden sie schon vor der Operation.

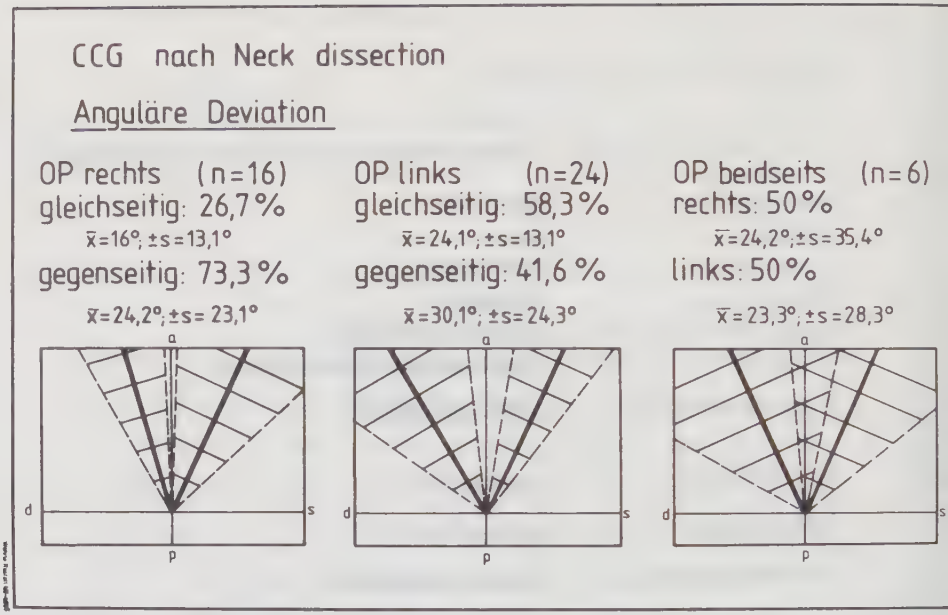
In einer synoptischen Darstellung zeigt die Abbildung 5 die Ergebnisse der neurootologischen Anamnese.



(Abb.5, Ergebnisse der neurootologischen Anamnese)

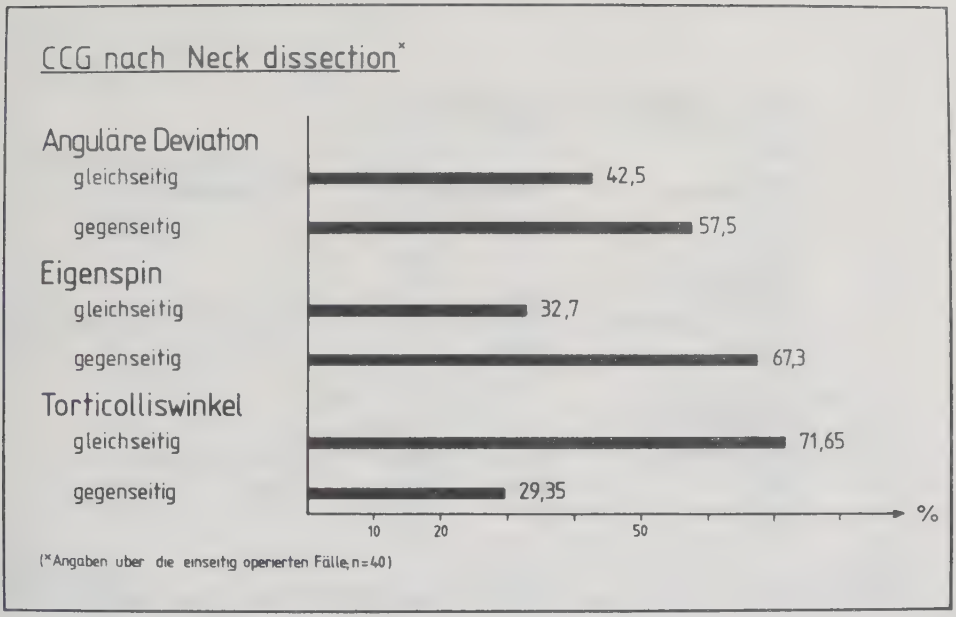
4.1.2. UNTERBERGER-FUKUDA-Tretversuch

Die Ergebnisse des Tretversuchs, der mit Hilfe der Cranio-Corpo-Graphie nach CLAUSSEN durchgeführt und ausgewertet wurde, zeigen eine anguläre Deviation zur Gegenseite der Operation bei den einseitig-operierten Patienten in 57% der Fälle, etwa 43% wichen zur Seite der Operation hin ab. Abbildung 6, eine graphische und numerische Darstellung der angulären Deviation, gibt eine Synopsis des Ergebnisses, daß die Sinisterabweichung der rechts-operierten Patienten



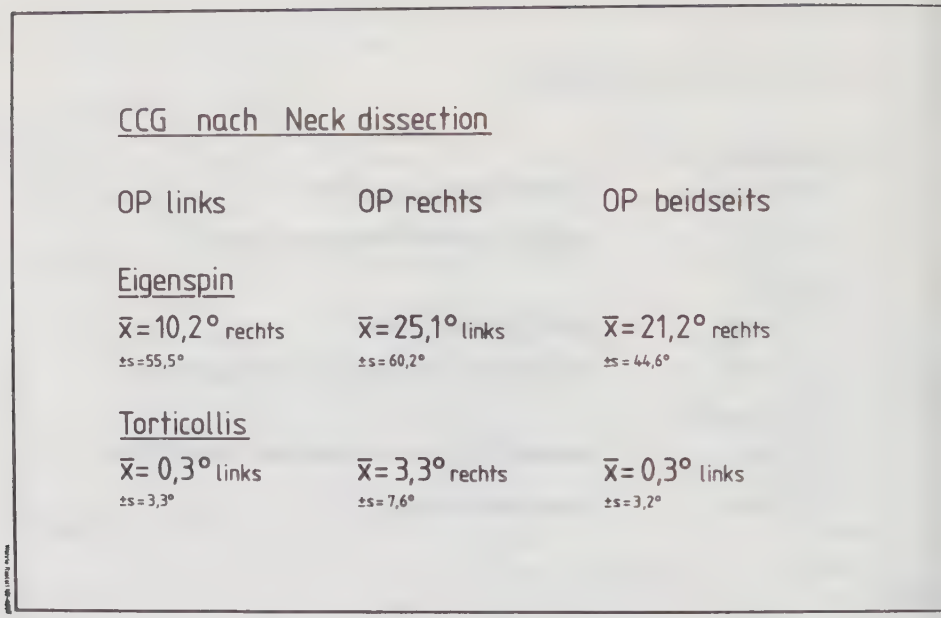
(Abb.6, siehe Text)

genauso auffällig breit und stärker ist wie die Dexter-abweichung der links-operierten Patienten. Bei den beid-seits-operierten Patienten (n=6) liegen breite Streuungen nach beiden Seiten vor. Ist die Abweichung zur Gegenseite der Operation bei den einseitig-operierten Patienten auf-fällig, so wird dies durch die Berechnung der Ergebnisse des Eigenspin, also der Körperdrehung in der Endstellung im Verhältnis zur Ausgangsstellung, noch verstärkt. Etwa 67% der Patienten weisen eine Drehung um die Körperachse



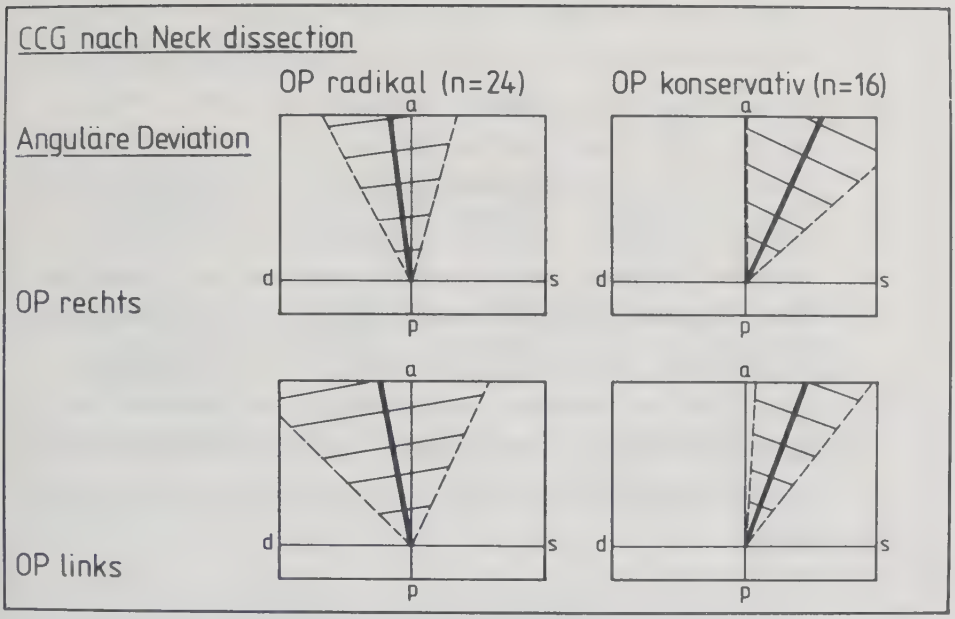
(Abb.7, siehe Text)

zur Gegenseite der Operation auf, ca. 33% zeigen einen Eigenspin zur operierten Seite hin. Dieses Verhältnis wird in den Abbildungen 7 und 8 dargestellt. Bezüglich der mittleren Schwankungsbreite, von der wir wissen, daß der Normalbereich etwa 17,5 cm beträgt und eine Verbreiterung über diesen Normalbereich hinaus einen gewissen Rückschluß auf zentral gelegene, vestibulo-spinale Gleichgewichtsfunktionsstörungen zuläßt, zeigen sich die drei Kollektive der rechtsseitig-, der linksseitig- und der beidseits-operierten Pa-



(Abb.8, siehe Text)

tienten sehr ähnlich. Die Mittelwerte liegen bei einer Schwankungsbreite zwischen 8,3 cm und 10,8 cm. Von dem gesamten Patientenkollektiv, das mit der fotooptischen Aufnahmetechnik der CCG untersucht wurde, weisen drei Patienten eine über den Normalbereich hinaus verbreiterte Lateralschwankung auf. Ein Patient, bei dem eine rechtsseitige, radikale Neck dissection durchgeführt worden war, zeigte eine Schwankungsbreite von 18,5 cm, ein linksseitig und radikal-operierter Patient eine von 18,2 cm und ein



(Abb.9, siehe Text)

ebenfalls linksseitig-operierter Patient wies eine Lateralschwankung von 25,4 cm auf.

Wie sich das Operationsverfahren auf das Kopf-Körper-Steuerungsverhalten auswirkt, wird in der Abbildung 9 graphisch dargestellt. Es ist zu erkennen, daß in dem Fall der rechtsseitig-operierten Patienten das Kollektiv der radikal-operierten Probanden eine Tendenz zur Dexterabweichung aufweist, also zu der Seite der Operation hin, das Kollektiv der kon-

servativ-operierten Patienten jedoch zur Gegenseite der Operation, also zur Sinisterabweichung tendiert. Bei den linksseitig-operierten Patienten ist dieses Verhältnis umgekehrt. Hier weisen die radikal-operierten Patienten eine anguläre Deviation zur Gegenseite der Operation auf, während die konservativ-operierten Patienten sowohl in Mittelwert wie Standardabweichungsbereichen zur operierten Seite tendieren. Festzuhalten ist somit, daß im Fall der konservativen Operation beide Kollektive (links- und rechtsseitig-operierte Patienten) in Mittelwert und Standardabweichung nach links abweichen, und im Fall der radikalen Operation beide Kollektive eine dextre Abweichung des Mittelwertes haben, wobei sich hier die Standardabweichungsbereiche auch noch nach links erstrekken.

Der Eigenspin, die Rotation um die Körperachse zwischen Ausgans- und Endstellung, zeigt weitgehend die gleiche Tendenz. Nur bei dem Kollektiv der linkseitig-operierten Patienten mit konservativer Neck dissection richtet sich der Eigenspin im Mittelwert nach rechts, während die anguläre Deviation bekanntermaßen nach links tendiert.

Bezüglich der Schwankungsbreite sind sich beide Kollektive (konservative und radikale Neck dissection) bei einem Mittelwert von ca. 10,0 cm weitgehend ähnlich. Nachzutragen ist, daß dies auch hinsichtlich einer positiven Schwindelanamnese gilt. In beiden Fällen klagt postoperativ etwa die

CCG nach Neck dissection

	OP radikal (n=24)	OP konservativ (n=16)
OP re.: Ang. Dev.:	$\bar{x}$ = 6,7° re ; ±s = 21,4° (n=7)	$\bar{x}$ = 24,5° li; ±s = 24,5° (n=9)
Eigenspin:	$\bar{x}$ = 13 ° re ; ±s = 60,2°	$\bar{x}$ = 42,9° li; ±s = 52,8°
Torticollis:	$\bar{x}$ = 0,6° re ; ±s = 8,5°	$\bar{x}$ = 15° re; ±s = 29°
OP li. : Ang. Dev. :	$\bar{x}$ = 10° re ; ±s = 34,8° (n=17)	$\bar{x}$ = 20,4° li ; ±s = 17,7° (n=7)
Eigenspin:	$\bar{x}$ = 20° re; ±s = 57,6°	$\bar{x}$ = 2,7° re; ±s = 47,5°
Torticollis:	$\bar{x}$ = 3,7° li ; ±s = 4,4°	$\bar{x}$ = 6° li; ±s = 2,7°
Schwankungsbreite:	$\bar{x}$ = 10,1cm ; ±s = 4,6cm	$\bar{x}$ = 9,9cm ; ±s = 5,1cm
Anamnese positiv :	54,2 %	50 %

(Abb.10, siehe Text)

Hälfte der Patienten über subjektive Gleichgewichtsstörungen. Zusammengefaßt sind diese Ergebnisse in der Abbildung 10.

4.1.3. Torticollis-Angulogramm

Wird der ROMBERG-Stehversuch mit Hilfe der CCG durchgeführt, so kann anhand der Polaroidbilder, die sofort nach der Untersuchung zur Verfügung stehen, auf einfache Weise eine Ver-

stellung des Kopfes zum Körper quantitativ errechnet werden. Wird ein Romberg-CCG auf diese Weise behandelt, so erhält man das sogenannte Torticollis-Angulogramm.

Entsprechend der Operation und der nachfolgenden Narbenbildung ist zu erwarten, daß eine Verdrehung des Kopfes zur operierten Seite hin stattfindet. Bei fast dreiviertel der untersuchten Patienten (72%) zeigt erwartungsgemäß der Torticolliswinkel zur Seite der Neck dissection hin, bei etwa einem Viertel ist er zur Gegenseite der Operation hin gerichtet (siehe auch Abbildungen 7 und 8). Diese Erwartung, eine Verdrehung des Kopfes in Richtung operierter Halsseite, wird auch bestätigt, wenn man das Patientengut in zwei Gruppen entsprechend dem Operationsverfahren einteilt. Sowohl bei den konservativ- wie auch bei den radikal-operierten Patienten findet sich überwiegend ein Torticolliswinkel zur operierten Seite hin. Auffällig ist, daß der Mittelwert des Torticollis im Falle der konservativen Neck dissection deutlicher zur operierten Seite zeigt, als dies bei den Patienten, die nach der radikalen Vorgehensweise operiert worden waren, der Fall ist (siehe auch Abb. 10).

4.1.4. Rotatorischer Intensitäts-Dämpfungs-Test

Die Funktionsdiagnostik des RIDT bezieht sich auf das vestibulo-okuläre System. Benutzt man bei der Auswertung des RIDT die L-Kennliniensynopsis nach CLAUSSEN, so erhält man Muster-

konfigurationen, die Funktionsstörungen sichtbar machen.

Bei etwa 40% aller Patienten, die dem RIDT unterzogen wurden (n = 47), liegt die Musterkonfiguration mit dem Code „0000" vor, d.h., hier ist die Dynamik des vestibulo-okulären Funktionssystems ausgeglichen. Dieses Muster findet sich bei dem in dieser Arbeit untersuchten Patientengut somit in einem größeren Prozentsatz, als dies bei den von CLAUSSEN untersuchten, 1440 unausgesuchten Patienten einer HNO-Klinik der Fall war. Hier zeigten etwa 35% der Patienten dieses Muster. Ebenfalls aufgrund der Ergebnisse der Datenbank NODEC I ist bekannt, daß Hemmungsmuster der L-Kennlinienvestibulometrie wesentlich häufiger vorkommen als Enthemmungsmuster. Demgegenüber zeigten 22 Patienten des hier untersuchten Kollektivs (47%) typische Enthemmungsmuster. Die häufigsten Enthemmungsmuster waren „2000" bei 5 Patienten und „0200" sowie „2222" bei jeweils drei Patienten. Nur vier Patienten wiesen typische Muster einer gehemmten vestibulär ausgelösten Nystagmusreaktion auf (8,5%), hier war das Muster „1100" zweimal vertreten. Bei zwei Patienten liegen gemischte Muster vor, in beiden Fällen ist die perrotatorische Nystagmusreaktion gehemmt, die postrotatorische jedoch enthemmt. Die folgende Tabelle (Abb.11) zeigt eine Gegenüberstellung der häufigsten RIDT-Kennlinienmuster des hier untersuchten Probandenkollektivs, verglichen mit der Häufigkeit des Auftretens dieser Muster in der Datenbank NODEC I.

L-Kennlinienmuster	Patienten mit Zustand nach Neck dissection (n = 47)	NODEC I
0000	40,4 %	34,7 %
2000	10,7 %	5,7 %
0200	6,4 %	2,9 %
2222	6,4 %	2,0 %
1100	4,3 %	2,0 %

(Abb.11, siehe Text)

Betrachtet man die Ergebnisse des RIDT in Bezug auf das typische Operationsverfahren, so zeigt sich in beiden Fällen, also bei der Gruppe der einseitig radikal-operierten Patienten (n=24) und bei der Gruppe der einseitig konservativ-operierten Patienten (n=21), eine weitgehende Übereinstimmung. Bei 43% der konservativ-operierten Probanden und 46% der radikal-operierten Probanden liegt das Muster „0000" vor, 9 bzw. 10 Patienten zeigen ein Muster typischer Enthemmungsreaktionen und jeweils zwei Patienten ein Hemmungsmuster.

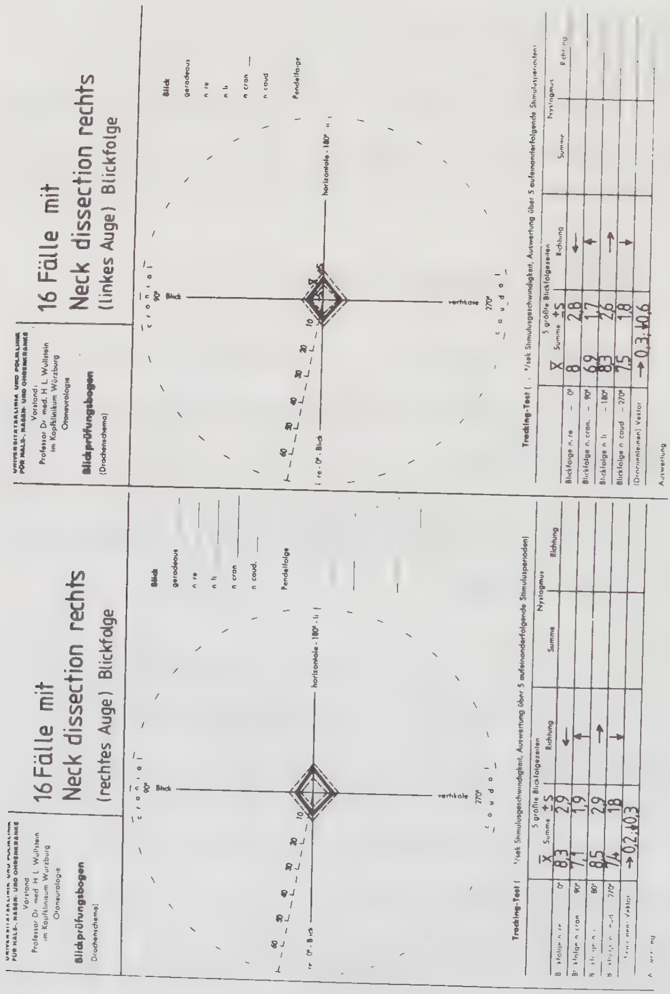
Es ist somit festzustellen, daß bei Patienten, bei denen eine Neck dissection durchgeführt worden war, überdurchschnittlich häufig eine Enthemmungsreaktion des vestibulären Nystagmus, der durch einen perrotatorisch supraliminalen und einen postrotatorisch supramaximalen Beschleuni-

gungsstimulus provoziert wurde, auftritt. Dies entspricht somit überdurchschnittlich häufig dem Bild einer zentralen Störung im Bereich des Mesencephalon, die durch eine perrotatorische Nystagmusenthemmung charakterisiert ist. Jedoch ist auch das Kollektiv der ausgeglichenen vestibulookulären Nystagmusreaktionsdynamik prozentual größer als bei einem unausgesuchten Patientenkollektiv der Datenbank NODEC.

4.1.5. Orthogonaler Blickfolge-Test

Um zu überprüfen, inwieweit der vorgenommene Eingriff zu Verstellungen im Gleichgewichtsreaktionssystem der Blickmotorik führt, wurde bei dem Probandenkollektiv auch eine Analyse der Augenfolgebewegungen vorgenommen. Diese Untersuchung fand mit Hilfe des orthogonalen Blickfolge-Tests (Tracking Test) statt.

In Abbildung 12 sind die Blickfolgedrachen der rechtsseitig-operierten Patienten mit ihren Mittelwertslinien und den Standardabweichungslinien (gestrichelt) dargestellt, in Abbildung 13 sind die Frequenzdrachen des gleichen Kollektivs ebenfalls mit Mittelwert und Standardabweichungen zusammengefaßt. Es ist zu erkennen, daß die die Folgezeitdrachen kleiner sind als die Frequenzdrachen. Die Blickfolgedrachen sind weitgehend symmetrisch in der Horizontalen wie in der Vertikalen, der Präponderanzvektor liegt bei beiden Augen fast im Kreuzungspunkt des Koordinatensystems. Die Nystagmusfrequenzdrachen sind in der Vertikalen größer



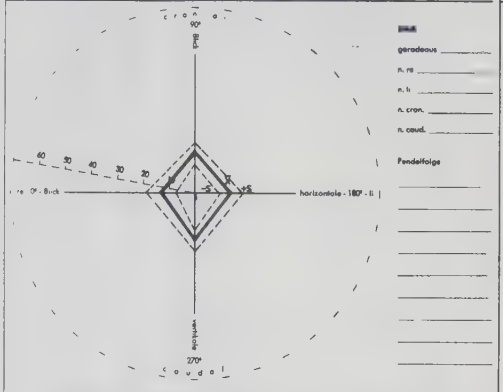
(Abb.12, siehe Text)

(Abb. 13, siehe Text)

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENHEILKUNDE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

16 Fälle mit Neck dissection rechts (rechtes Auge) Nystagmus



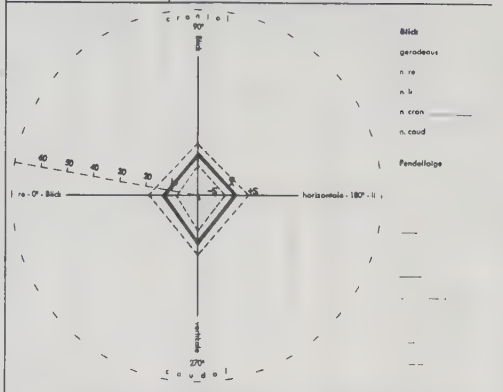
Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.
Pendelfolge

Tracking-Test (.. °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten Summe	Richtung	Nystagmus x̄ Summe	± s	Richtung
Blickfolge n. re – 0°			13,2	4,5	→
Blickfolge n. cran. – 90°			17,4	4,5	↓
Blickfolge n. li – 180°			12,7	5,6	←
Blickfolge n. caud – 270°			15,2	3,5	↑
(Drachenlinien) Vektor			→ 0,5 ↓ 2,2		

Auswertung

16 Fälle mit Neck dissection rechts (linkes Auge) Nystagmus



Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud
Pendelfolge

Tracking-Test (.. °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten Summe	Richtung	Nystagmus x̄ Summe	± s	Richtung
Blickfolge n. re – 0°			14,3	4,6	→
Blickfolge n. cran. – 90°			17,5	4,3	↓
Blickfolge n. li – 180°			13,3	5,3	←
Blickfolge n. caud – 270°			16,1	3,9	↑
(Drachenlinien) Vektor			→ 1, ↓ 1,4		

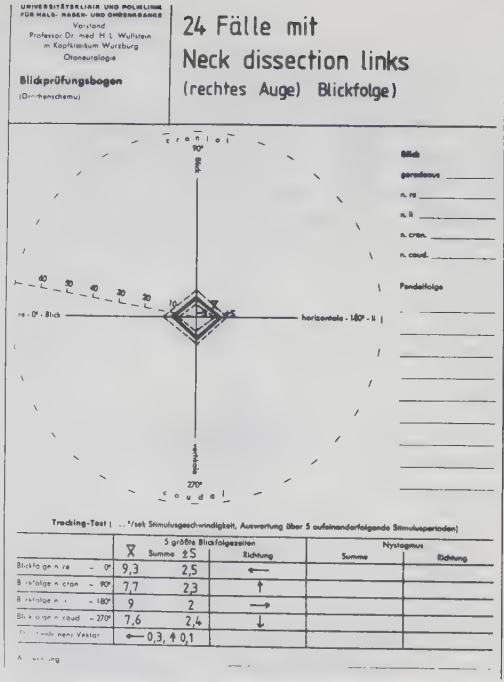
Auswertung:

als in der Horizontalen; hier ist auffällig, daß der Präponderanz- oder Drachenleinenvektor bei beiden Augen nach unten weist. Ein annähernd gleiches Bild bietet sich bei der Darstellung des Blicksteuerverhaltens bei den linksseitig-operierten Patienten. In den Abbildungen 14 und 15 sind die Drachen für die Nystagmusfrequenzen und für die längsten Blickfolgezeiten jeweils für das linke und rechte Auge zusammengefaßt. Im Unterschied zu den rechtsseitig-operierten Patienten ist der Drachenleinenvektor der Frequenzdrachen beim rechten Auge nicht nach unten, sondern nach links oben gerichtet, also in die Richtung des Bell'schen Phänomens. Ein gleiches Verhältnis, nämlich große Nystagmusfrequenzdrachen und kleinere Blickfolgedrachen, die hier alle jeweils horizontal und vertikal weitgehend symmetrisch sind, findet sich auch bei der Gruppe der beidseits-operierten Patienten. Die Mittelwertsdrachen mit den Standardabweichungslinien werden in den Abbildungen 16 und 17 gezeigt.

Zusammenfassend muß für das gesamte hier untersuchte Probandenkollektiv eine gewisse Verstellung in der Gleichgewichtsreaktion der Blickmotorik festgestellt werden, das Steuerverhalten ist zwar gleichmäßig, jedoch finden häufig Blicksprünge statt, die etwas häufiger in der Vertikalen auftreten.

Um den Einfluß des Operationsverfahrens auf das retino-oku-

(Abb. 14, siehe Text)



UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

24 Fälle mit
Neck dissection links
(rechtes Auge) Blickfolge

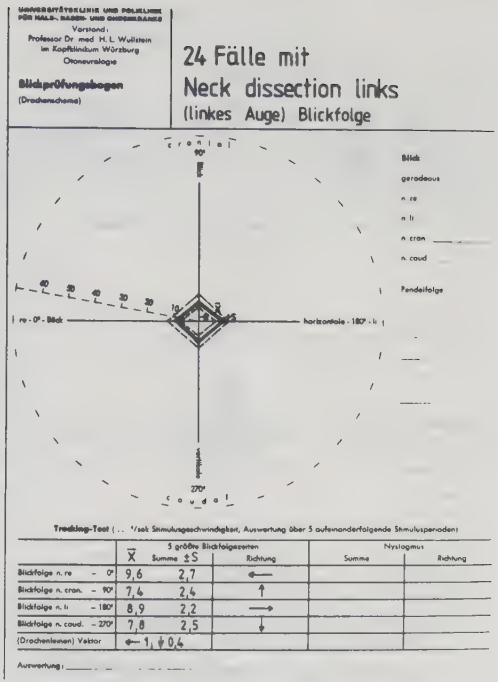
cranial
90°
Blick
horizontale - 180° - li
re - 0° - Blick
vertikale
270°
caudal

Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.
Pendelfolge

Tracking-Test (. . °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten			Nystagmus	
	$\bar{X}$ Summe	±S	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	9,3	2,5	←		
Blickfolge n. cran. – 90°	7,7	2,3	↑		
Blickfolge n. li – 180°	9	2	→		
Blickfolge n. caud. – 270°	7,6	2,4	↓		
(Drachenlinien) Vektor	← 0,3, ↑ 0,1				

Auswertung: _____



UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

24 Fälle mit
Neck dissection links
(linkes Auge) Blickfolge

cranial
90°
Blick
horizontale - 180° - li
re - 0° - Blick
vertikale
270°
caudal

Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.
Pendelfolge

Tracking-Test (. . °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten			Nystagmus	
	$\bar{X}$ Summe	±S	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	9,6	2,7	←		
Blickfolge n. cran. – 90°	7,4	2,4	↑		
Blickfolge n. li – 180°	8,9	2,2	→		
Blickfolge n. caud. – 270°	7,8	2,5	↓		
(Drachenlinien) Vektor	← 1, ↓ 0,4				

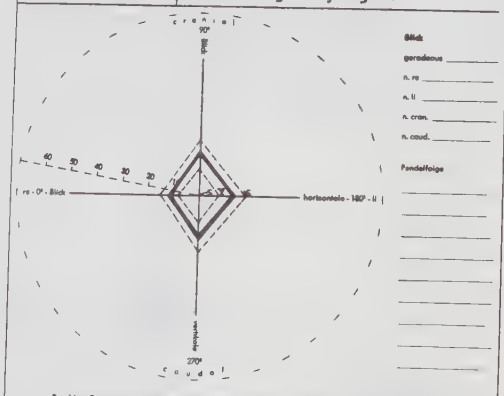
Auswertung: _____

(Abb. 15, siehe Text)

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

24 Fälle mit Neck dissection links (rechtes Auge) Nystagmus



Tracking-Test: °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden

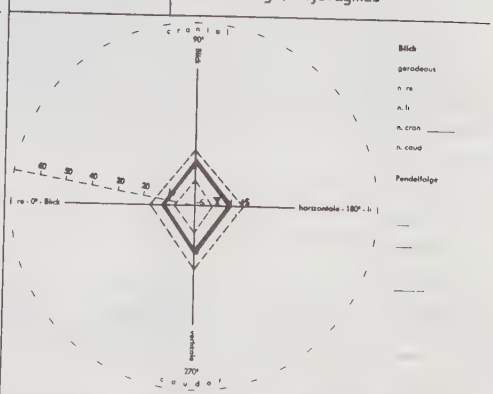
	5 größte Blickfolgezeiten		Nystagmus	
	Summe	Richtung	$\bar{x}$ Summe $\pm s$	Richtung
Blickfolge n re – 0°			12,4 5,2	→
Blickfolge n cran – 90°			15,3 5,6	↓
Blickfolge n li – 180°			11,2 3,5	←
Blickfolge n caud – 270°			16 5,6	↑
(Drachenlinien) Vektor			→ 1,2, 10,7	

Auswertung:

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

24 Fälle mit Neck dissection links (linkes Auge) Nystagmus



Tracking-Test: °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden

	5 größte Blickfolgezeiten		Nystagmus	
	Summe	Richtung	$\bar{x}$ Summe $\pm s$	Richtung
Blickfolge n re – 0°			12,9 5,8	→
Blickfolge n cran – 90°			16,8 6,5	↓
Blickfolge n li – 180°			12,2 4,7	←
Blickfolge n caud – 270°			16 5,7	↑
(Drachenlinien) Vektor			→ 0,7, 10,9	

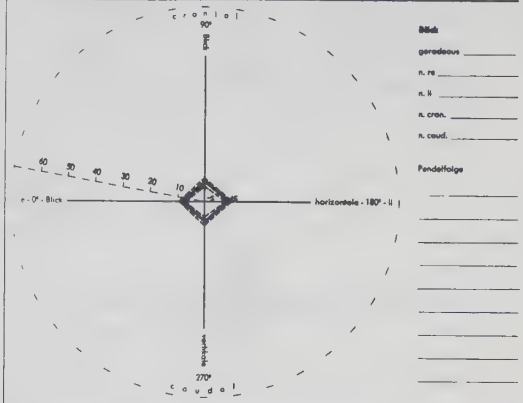
Auswertung:

(Abb. 16, siehe Text)

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
Drachenschema)

6 Fälle mit beidseitiger Neck dissection (linkes Auge) Blickfolge



Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.
Pendelfolge

Tracking-Test (.. °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

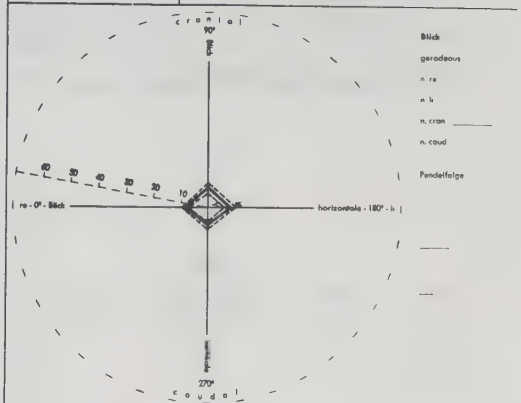
	5 größte Blickfolgezeiten			Nystagmus	
	$\bar{x}$ Summe	±S	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	8,2	0,9	←		
Blickfolge n. cran – 90°	6,8	1,4	↑		
Blickfolge n. li – 180°	8,6	1	→		
Blickfolge n. caud – 270°	6,8	1,4	↓		
(Drachenfreinen) Vektor	→0,4, 0				

Auswertung: _____

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

6 Fälle mit beidseitiger Neck dissection (rechtes Auge) Blickfolge



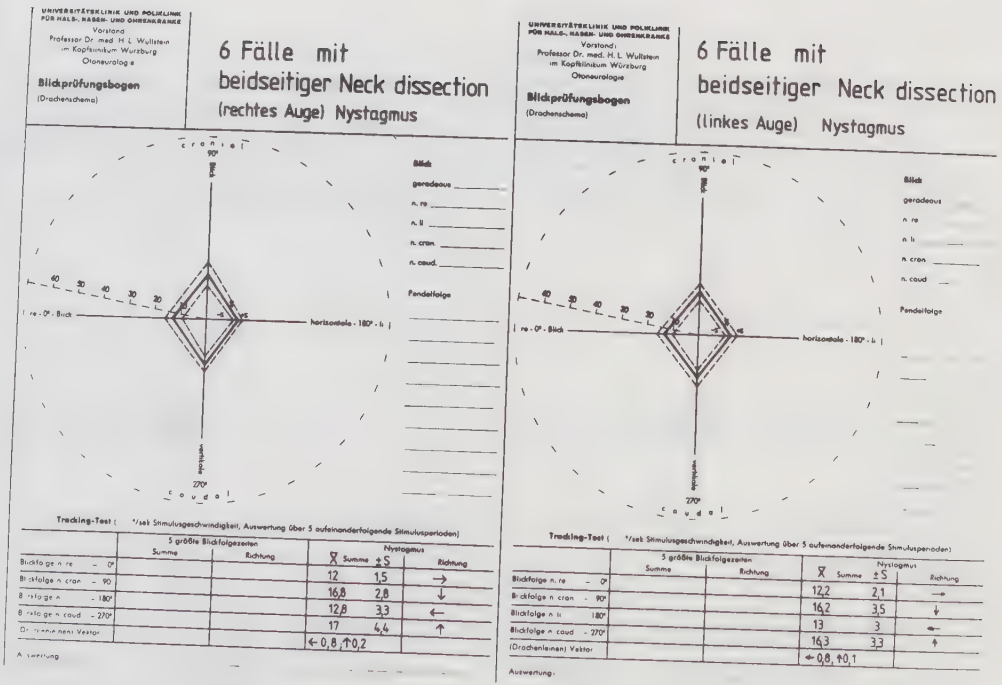
Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran
n. caud
Pendelfolge

Tracking-Test (.. °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten			Nystagmus	
	$\bar{x}$ Summe	±S	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	8,1	1	←		
Blickfolge n. cran. – 90°	6,8	1,4	↑		
Blickfolge n. li – 180°	7,9	2,1	→		
Blickfolge n. caud. – 270°	6,3	1,2	↓		
(Drachenfreinen) Vektor	←0,2, ↑0,5				

Auswertung: _____

(Abb.17, siehe Text)



UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

6 Fälle mit
beidseitiger Neck dissection
(rechtes Auge) Nystagmus

cranial
90°
Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran
n. caud
Pendelfolge
re - 0° - Blick
horizontale - 180° - li
vertikale
270°
caudal

Tracking-Test (°/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten Summe	Richtung	Nystagmus X Summe	±S	Richtung
Blickfolge n. re – 0°			12	1,5	→
Blickfolge n. cran – 90°			16,8	2,8	↓
Blickfolge n. li – 180°			12,8	3,3	←
Blickfolge n. caud – 270°			17	4,4	↑
(Drachenleinen) Vektor			← 0,8 ; ↑ 0,2		

Auswertung:

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

6 Fälle mit
beidseitiger Neck dissection
(linkes Auge) Nystagmus

cranial
90°
Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran
n. caud
Pendelfolge
re - 0° - Blick
horizontale - 180° - li
vertikale
270°
caudal

Tracking-Test (°/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimuluspenoden)

	5 größte Blickfolgezeiten Summe	Richtung	Nystagmus X Summe	±S	Richtung
Blickfolge n. re – 0°			12,2	2,1	→
Blickfolge n. cran – 90°			16,2	3,5	↓
Blickfolge n. li – 180°			13	3	←
Blickfolge n. caud – 270°			16,3	3,3	↑
(Drachenleinen) Vektor			← 0,8 ; ↑ 0,1		

Auswertung:

Drachenleinen-vektoren	Neck dissection konservativ		Neck dissection radikal	
Blickfolge				
linkes Auge	← 0,3	↑ 0,1	→ 0,4	↓ 0,2
rechtes Auge	← 0,3	0	→ 0,9	↓ 0,2
Frequenz				
linkes Auge	→ 1	↓ 0,2	→ 0,5	↓ 0,9
rechtes Auge	0	↓ 2,5	→ 1,1	↑ 0,2

(Abb.18, siehe Text)

läre System zu überprüfen, wurden die Mittelwertsdrachen mit den Standardabweichungsbereichen sowohl für die Gruppe der radikal- wie der konservativ-operierten Patienten errechnet. Die Tabelle (Abbildung 18) zeigt eine Zusammenfassung der jeweiligen Drachenleinenvektoren. Bei den konservativ-operierten Patienten sind die Drachen für die Blickfolgeleistung bei beiden Augen horizontal und vertikal annähernd symmetrisch. Die Folgezeitdrachen der radikal-operierten Patienten sind in der Horizontalen leicht nach links verschoben, dies beim rechten Auge stärker als beim linken. Bei beiden Augen zeigt sich eine geringe Abweichung des Präponderanzvektors nach unten. Die Nystagmusfrequenzdrachen der konservativ-operierten Patientengruppe sind ebenfalls in beiden Symmetrieebenen weitgehend ausgeglichen. Beim rechten Auge jedoch ist eine deutliche Abweichung des Drachenleinenvektors des Mittelwertsdrachens der Frequenzen nach unten auffällig. Die optokinetischen Frequenz-

drachen der radikal-operierten Patientengruppe weisen bei beiden Augen gewisse Unterschiede auf. Während am rechten Auge eine Verschiebung des Drachens nach links und in geringem Grad nach oben besteht, ist beim linken Auge eine geringere Verschiebung nach links und ein Überwiegen nach unten in der Vertikalen festzustellen. Sowohl bei den konservativ- wie bei den radikal-operierten Patienten ist festzustellen, daß die Blickfolgeleistung häufig unterbrochen ist. In den Drachenmustern ist dies an kleinen Blickfolgedrachen und großen Nystagmusfrequenzdrachen zu erkennen.

4.2. Monokasuistik

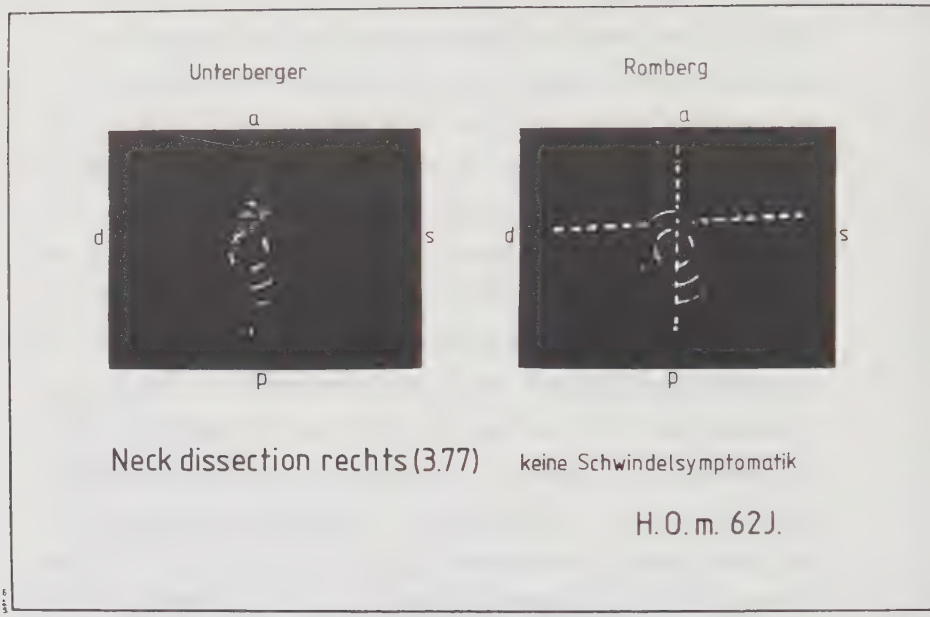
Um zu demonstrieren, welche Gleichgewichtsfunktionsstörungen im Einzelfall bestehen, ob subjektive Schwindelbeschwerden mit objektivierbaren Gleichgewichtsfunktionsstörungen korreliert sind und welche Funktionskreise des Gleichgewichtsystems im Einzelnen betroffen sind, werden 7 Fallbeispiele dargestellt.

Fall 1

Bei dem ersten Fall, dem 62jährigen Mann H.O., wurde im Zusammenhang mit einer Mundbodenausräumung eine konservative Neck dissection an der rechten Halsseite vorgenommen. Er gibt keine subjektiven Schwindelbeschwerden an. Anamnestisch ist ein toxischer Leberschaden alkoholischer Genese sowie

ein Nikotinabusus zu erwähnen. Sein Torticollis ist gering und nicht zur Seite der Operation gerichtet, sondern zur Gegenseite. Im Tretversuch weist er deutlich verbreiterte Lateralschwankungen auf. Diese Ergebnisse der Cranio-Corpo-Graphie sind in Abbildung 19 zusammengestellt. Bei der Untersuchung des vestibulär ausgelösten Nystagmusverhaltens zeigt sich ein perrotatorisch gehemmter Nystagmus, während die postrotatorische Nystagmusreaktion ein normales Auslöseverhalten aufweist. Die entsprechenden Musterkonfigurationen der L-Kennlinienvestibulometrie sind in der Abbildung 20 dargestellt. Überprüft man die Gleichgewichtsreaktion der optokinetischen Blickmotorik, so erkennt man einen kleinen Blickfolgedrachen (in Abbildung 21 die gestrichelte Innenlinie der Drachenfigur) und einen großen Frequenzdrachen. Das heißt, die Blickfolgeleistung ist häufig unterbrochen und somit schlecht, die optokinetisch provozierte Nystagmusfrequenz ist größer. Weiter fällt auf, daß alle Präponderanzvektoren, sowohl für die Blickfolgezeiten wie für die Nystagmusfrequenzen in der Vertikalen nach unten gerichtet sind. Diese Konfiguration an beiden Augen begründet einen Verdacht auf eine zentrale Störung des optokinetischen Nystagmus.

Die Ergebnisse der Überprüfung der Gleichgewichtsfunktionssysteme bei einem Patienten, der keine subjektive Schwindelsymptomatik angibt, weisen auf eine zentrale Störung der Gleichgewichtsreaktion hin, wobei sowohl die Blickmotorik (Tracking-Test) wie auch die Körpergleichgewichtsreaktion



(Abb.19, siehe Text)

(UNTERBERGER-FUKUDA-Versuch) betroffen sind. Dies gibt einen Anhalt auf Störungen im Bereich der hinteren und auch der mittleren Schädelgrube.

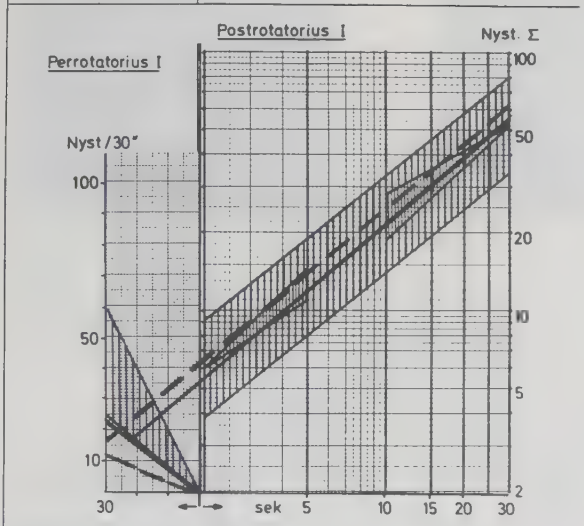
Fall 2

Im zweiten Beispiel, bei dem es sich um den 55jährigen Mann B.L. handelt, liegt eine positive Schwindelanamnese vor. Der Patient klagt über Unsicherheit beim Stehen und über vegetative Symptome wie zum Beispiel Schweißausbrü-

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK
FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
-Neurootologie-

Rotatorischer
Intensitäts – Dämpfungs –
Test (RIDT) nach Dr. C. F. Claussen

H.O., m. 62 J.

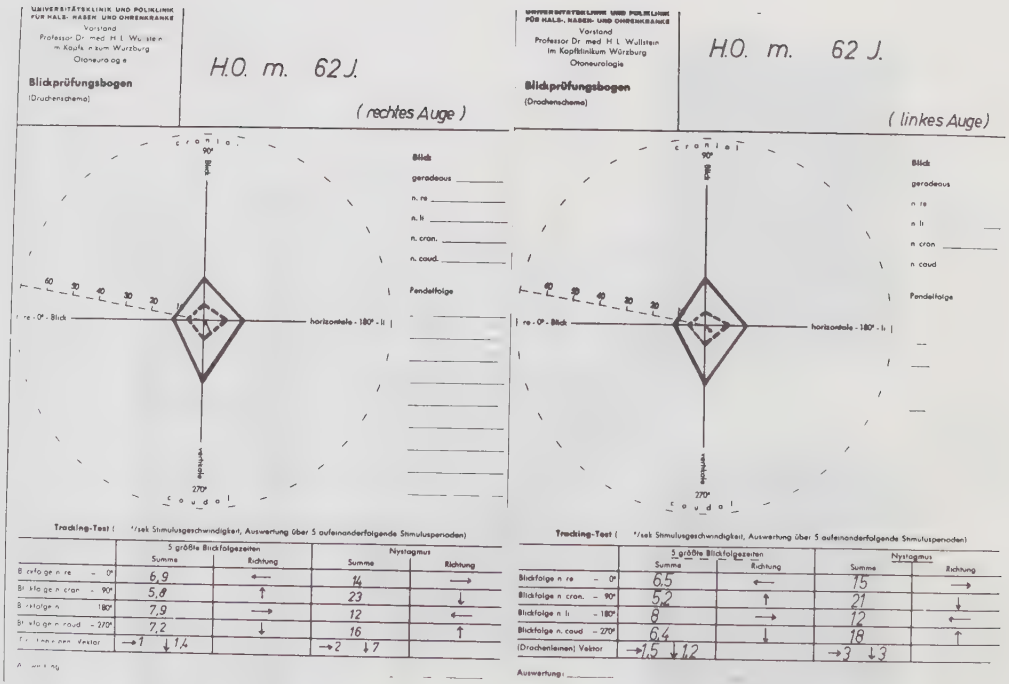


NYSTAGMUS	Rechtsgerichtet (———)			Linksgerichtet (- - - - -)		
	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme
Perrotatorius		24	K=25		12	K=15
Postrotatorius						
0 – 5 Sek		12	12		11	11
6 – 10 "		9	21		11	25
11 – 15 "		11	33		10	35
16 – 20 "		7	40		9	44
21 – 25 "		10	50		9	53
26 – 30 "		5	55		8	61
Spontannystagmus						

Rotatorischer Intensitäts
Dämpfungs Test (RIDT)

(Abb.20, siehe Text)

(Abb.21, siehe Text)



UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

H.O. m. 62 J.

(rechtes Auge)

cranial 90° Blick

horizontale - 180° - li

re - 0° - Blick

vertikale

caudal 270°

Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.

Pendelfolge

Tracking-Test (°/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten Summe	Richtung	Nystagmus Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	6,9	←	14	→
Blickfolge n. cran. – 90°	5,8	↑	23	↓
Blickfolge n. li – 180°	7,9	→	12	←
Blickfolge n. caud. – 270°	7,2	↓	16	↑
(Drachenlinien) Vektor	→1 ↓1,4		→2 ↓7	

Auswertung: _____

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

H.O. m. 62 J.

(linkes Auge)

cranial 90° Blick

horizontale - 180° - li

re - 0° - Blick

vertikale

caudal 270°

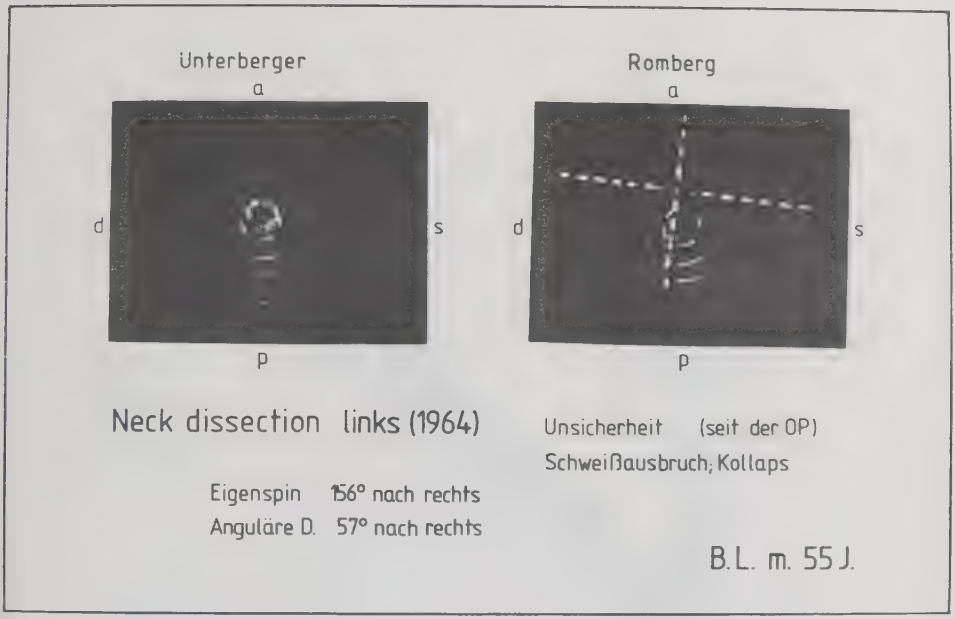
Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud

Pendelfolge

Tracking-Test (°/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

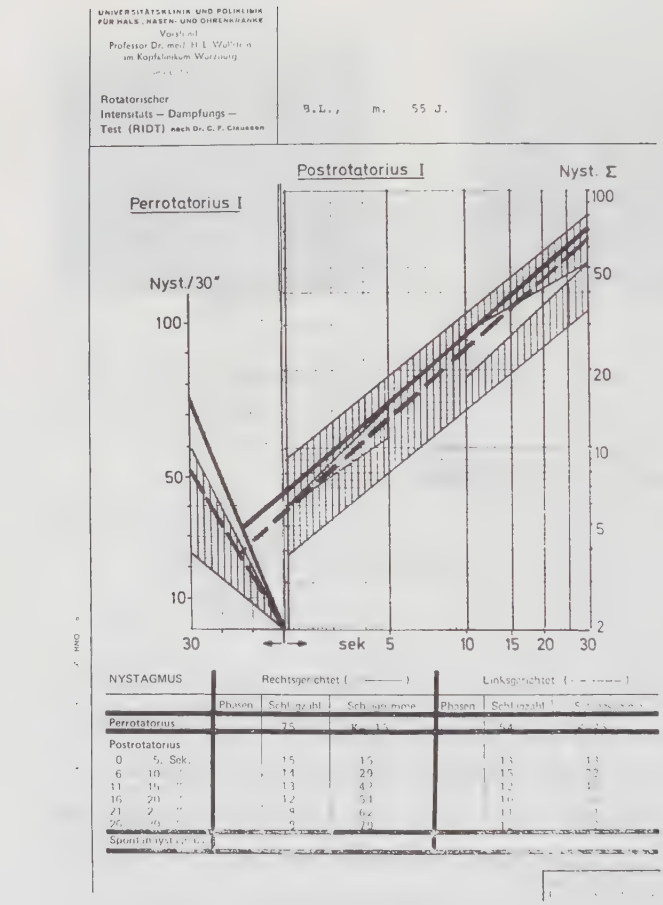
	5 größte Blickfolgezeiten Summe	Richtung	Nystagmus Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	6,5	←	15	→
Blickfolge n. cran. – 90°	5,2	↑	21	↓
Blickfolge n. li – 180°	8	→	12	←
Blickfolge n. caud. – 270°	6,4	↓	18	↑
(Drachenlinien) Vektor	→1,5 ↓1,2		→3 ↓3	

Auswertung: _____



(Abb.22, siehe Text)

che. Bei ihm wurde 1964 eine linksseitige, radikale Neck dissection vorgenommen. In Abbildung 22 sehen wir die Cranio-Corpo-Gramme des UNTERBERGER-FUKUDA-Tretversuchs und des ROMBERG-Stehversuchs. Der Patient weist einen geringen Torticollis zur Gegenseite der Operation auf. Im Tretversuch stellt man eine die bekannten Normgrenzen überschreitende anguläre Deviation nach rechts mit einem noch viel größeren Körpereigenspin nach rechts fest. Diese auffällige Abweichung im Tretversuch gibt einen Anhalt auf eine Stö-



(Abb.23, siehe Text)

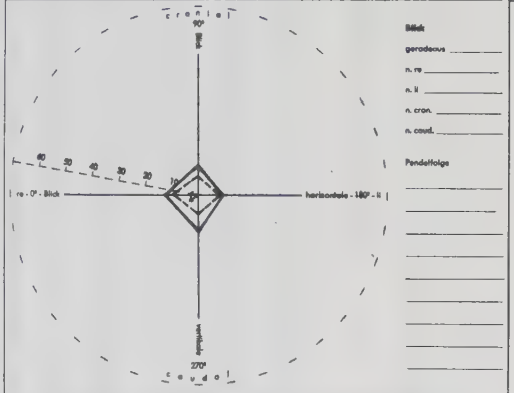
(Abb. 24, siehe Text)

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

B.L. m. 55 J.

(rechtes Auge)



Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.

Pendelfolge

Tracking-Test (. °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten		Nystagmus	
	Summe	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	10,2	←	9	→
Blickfolge n. cran. – 90°	6,9	↑	13	↓
Blickfolge n. li – 180°	7,8	→	12	←
Blickfolge n. caud. – 270°	6,7	↓	11	↑
(Drachenleinen) Vektor	← 2,6	↑ 0,2	← 3	↓ 2

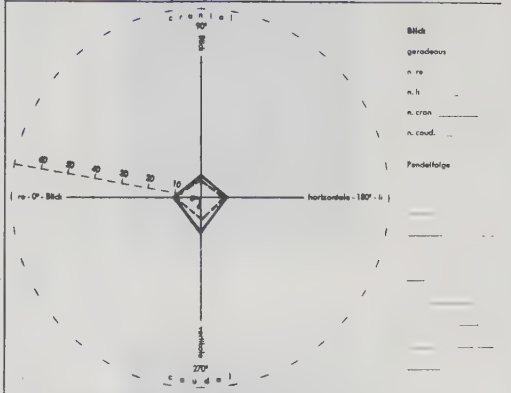
Auswertung:

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

B.L. m. 55 J.

(linkes Auge)



Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.

Pendelfolge

Tracking-Test (. . °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

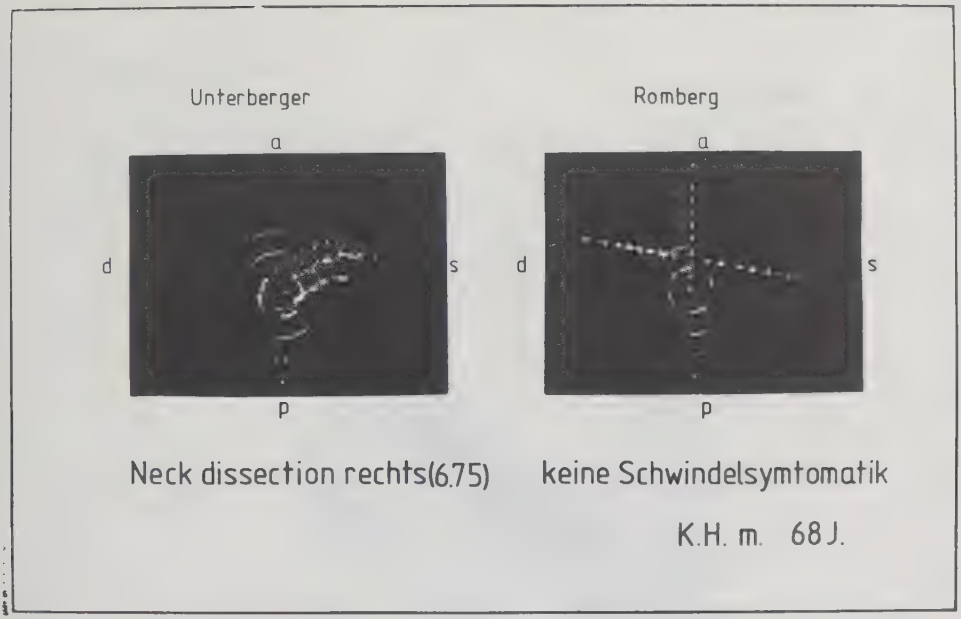
	5 größte Blickfolgezeiten		Nystagmus	
	Summe	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	10,2	←	9	→
Blickfolge n. cran. – 90°	7,7	↑	13	↓
Blickfolge n. li – 180°	7,6	→	10	←
Blickfolge n. caud. – 270°	8,5	↓	8	↑
(Drachenleinen) Vektor	← 2,6	↓ 0,8	← 1	↓ 5

Auswertung:

rung der vestibulären Peripherie, also im Bereich des vestibulären Rezeptors und des ersten Neurons. Die L-Kennlinienmuster dieses Patienten sind in Abbildung 23 dargestellt. Man sieht eine Enthemmung des rechtsgerichteten Perrotatorius. Die Gleichgewichtsreaktion der Blickmotorik ist bei diesem Patienten ausgeglichener als im ersten Fall des Patienten H.O. Bei B.L. finden sich annähernd gleich große Folgezeit- und Frequenzdrachen. Wie in Abbildung 24 zu sehen ist, besteht bei den Frequenzdrachen eine abwärts gerichtete Asymmetrie. Dies stellt einen gewissen Hinweis auf eine Störung des optokinetisch ausgelösten Nystagmus dar.

Fall 3

Hier handelt es sich um den 68jährigen Patienten K.H., der 1975 an der rechten Halsseite nach der konservativen Vorgehensweise operiert wurde. Er gab keine Schwindelgefühle an. Bei der körperlichen Untersuchung fiel eine ausgedehnte Vernarbung auf. Die Beweglichkeit im rechten Schultergelenk sowie das Anheben der rechten Schulter und die Elevation des rechten Armes sind bei ihm vermindert, das Kopfwenden nach rechts ist eingeschränkt. Dementsprechend ist sein Torticollis nach rechts ausgelegt (siehe Abb.25). Im UNTERBERGER-FUKUDA-Versuch weicht er deutlich nach links, also zur Gegenseite der Operation, ab. Diese Deviation von 62° wird vom Eigenspin, der ebenfalls nach links ausgerichtet ist, mit 98° noch übertroffen (ebenfalls Abbildung 25). Der durch Drehbeschleu-



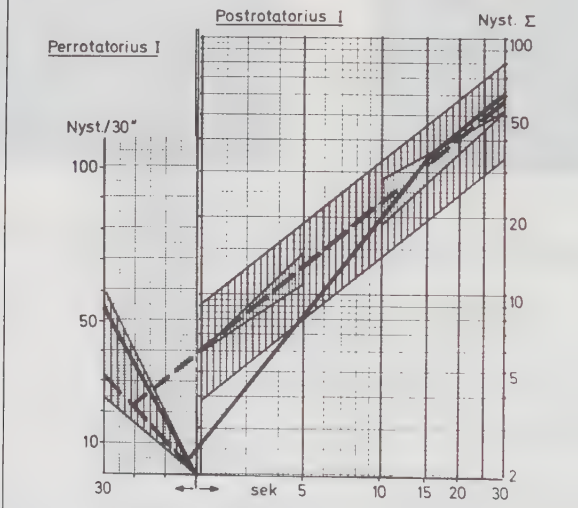
(Abb.25, siehe Text)

nigungsstimulation ausgelöste vestibuläre Nystagmus zeigt eine normale Reaktionsdynamik, die entsprechende Kennliniensynopsis ist in Abbildung 26 zu sehen. Bei der Zusammenstellung der optokinetischen Nystagmusreaktionsergebnisse (siehe Abbildung 27; aus Gründen der weitgehenden Übereinstimmung hier nur das Drachendiagramm des rechten Auges) ist zu erkennen, daß der Folgezeitdrachen außer in der Abwärtsrichtung größer ist als der Frequenzdrachen. Dieses ist somit ein ausgeglichenes und geregeltes Verhalten der Gleichgewichts-

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK
FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Neurootologie

Rotatorischer
Intensitäts – Dämpfungs –
Test (RIDT) nach Dr. C. F. Claussen

K. H., m. 62 J.



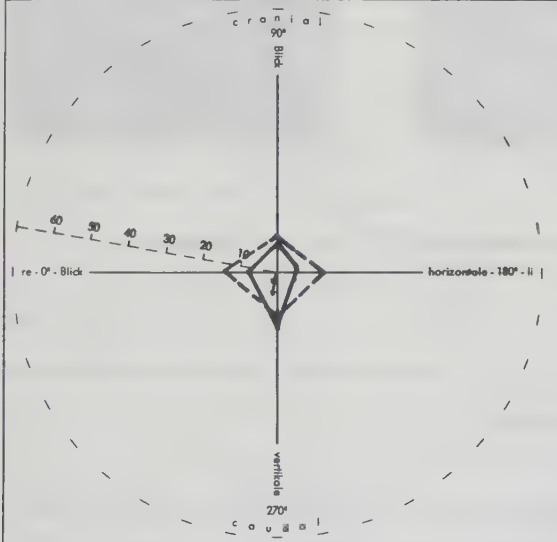
NYSTAGMUS	Rechtsgerichtet (————)			Linksgerichtet (– – – – –)		
	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme
Perrotatorius		57	K=25		33	K=33
Postrotatorius						
0. – 5. Sek.		8	8		13	13
6. – 10. "		12	20		11	24
11. – 15. "		14	34		11	35
16. – 20. "		10	44		9	43
21. – 25. "		9	53		8	51
26. – 30. "		6	59		8	
Spontannystagmus						

(Abb.26, siehe Text)

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK
FÜR HALS- NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand
Professor Dr. med. H. L. Wulstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

K.H. m. 68J.



Blick
geradeaus ___ ___
n. re ___ ___
n. li ___
n. cran. ___
n. caud. ___

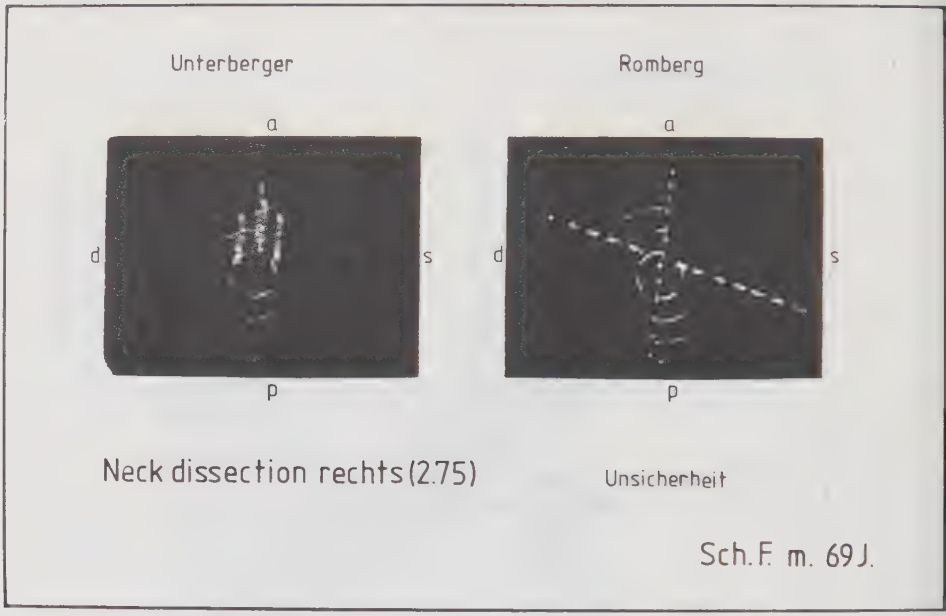
Pendelfolge
___
___
___
___
___
___
___
___
___

Tracking-Test (... °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten		Nystagmus	
	Summe	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	14,5	←	5	→
Blickfolge n. cran. – 90°	9,2	↑	15	↓
Blickfolge n. li – 180°	12,5	→	7	←
Blickfolge n. caud. – 270°	12,3	↓	8	↑
Drachenleinen-Vektor	← 2 ↓ 3		← 2 ↓ 6	

Auswertung:

(Abb.27, siehe Text)



(Abb.28, siehe Text)

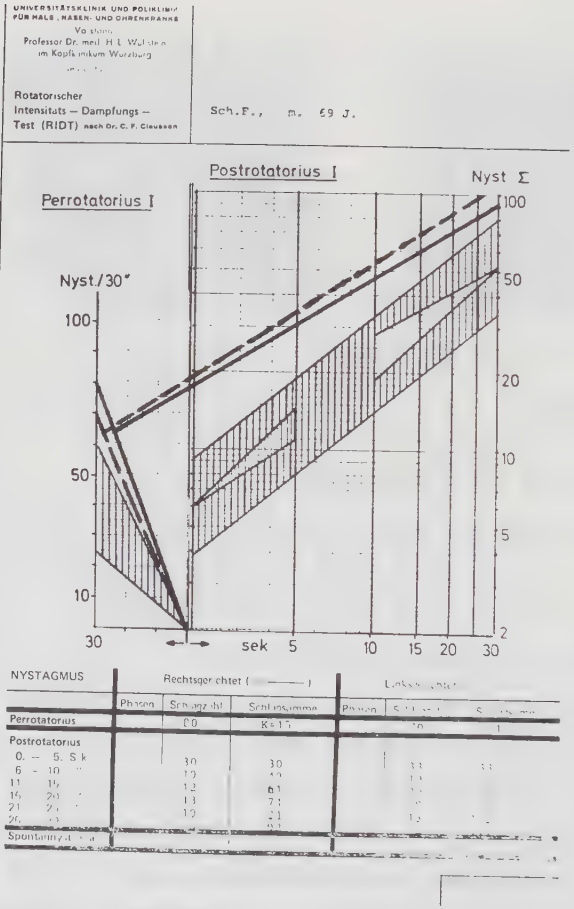
reaktion der Blickmotorik. Auffällig ist jedoch die Bevorzugung der Abwärtsrichtung bei der Zusammenfassung der Richtungsvektoren, ein Anhalt für eine zentrale Störung ist damit gegeben.

Zusammenfassend bietet dieser Patient das Bild einer peripheren vestibulären Störung, worauf die starke Seitenabweichung im Tretversuch hinweist, sowie einen diskreten Hinweis auf eine zentral gelegene Gleichgewichtsreaktionsstörung im Be-

reich der mittleren Schädelgrube.

Fall 4

Bei dem vierten Patienten, der in dieser Fallbeschreibung angeführt wird, dem 69 Jahre alten Sch.F., bestehen postoperative Unsicherheitsgefühle, die einen orthostatischen Charakter aufweisen. Bei ihm wurde zwei Jahre vor der Untersuchung eine konservative Halslymphknotenausräumung durchgeführt. Anamnestisch ist ein Myocardinfarkt 1967 sowie ein jahrelanger Nikotinabusus zu erwähnen. Die Cranio-Corpo-Gramme (Abbildung 28) dieses Patienten zeigen, daß sein Torticollis mit 15° zur Seite der Operation hin gerichtet ist. Im Tretversuch verhält er sich völlig normal, er geht nicht ganz einen Meter nach vorne ohne eine wesentliche Seitenabweichung. Das Muster seiner Nystagmusantwort auf Drehbeschleunigungsstimulation zeigt mit dem Code „2222" eine vollständige Enthemmung an (siehe Abbildung 29). Bei den Ergebnissen des orthogonalen Blickfolge-Tests ist es zu einer sichtlichen Bewegungsdissoziation zwischen den beiden Augen gekommen. Das rechte Auge zeigt in der Horizontalen ein gutes Steuerverhalten der Blickfolgebewegung, allerdings sind in der Vertikalen häufige Blicksprünge auffällig. Der Drachenleinenvektor der Nystagmusfrequenzen zeigt dabei deutlich nach unten. Am linken Auge ist die Blickfolgesteuerung in der Horizontalen ausgeglichen, in der Vertikalen überwiegt die Nystagmusfrequenz. Die Präponderanzvektoren des linken



(Abb.29, siehe Text)

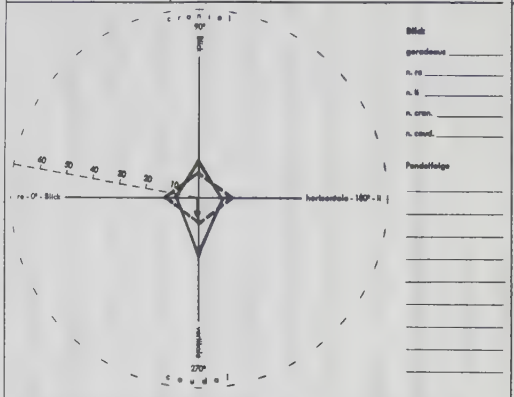
(Abb. 30, siehe Text)

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

Sch.F. m. 69 J.

(rechtes Auge)



Tracking-Test (... °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten		Nystagmus	
	Summe	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	12,6	←	9	→
Blickfolge n. cran. – 90°	8,7	↑	21	↓
Blickfolge n. li – 180°	12,3	→	9	←
Blickfolge n. caud. – 270°	9	↓	14	↑
(Drachenleinen) Vektor	← 0,3 ↓ 0,3		0 ↓ 7	

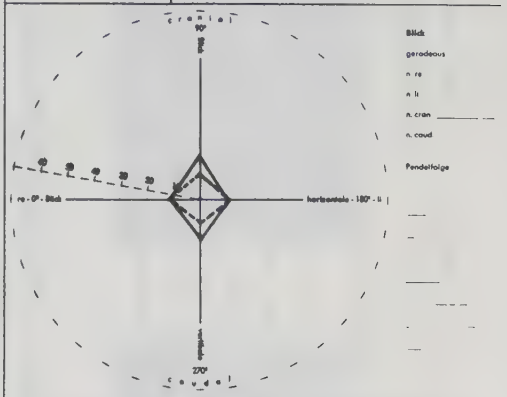
Auswertung

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

Sch.F. m. 69 J.

(linkes Auge)



Tracking-Test (... °/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	5 größte Blickfolgezeiten		Nystagmus	
	Summe	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	11,9	←	11	→
Blickfolge n. cran. – 90°	9,5	↑	15	↓
Blickfolge n. li – 180°	11,7	→	11	←
Blickfolge n. caud. – 270°	8,7	↓	16	↑
(Drachenleinen) Vektor	← 0,2 ↑ 0,7		0 ↑ 1	

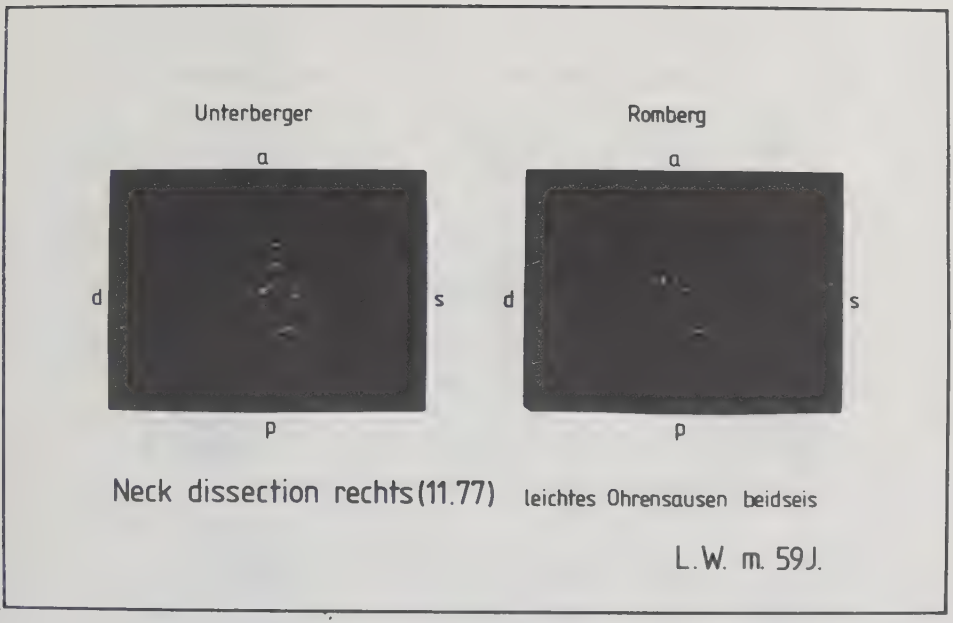
Auswertung: Augendissoziation

Auges weisen im Gegensatz zum rechten Auge nach oben.

Bei diesem Patienten ist also die Gleichgewichtsreaktion des vestibulo-spinalen Systems in einem störungsfreien Funktionszustand, wie der Unterberger-Versuch zeigt. Die Gleichgewichtsreaktion der Blickmotorik ist jedoch offenbar verstellt. Sowohl der vestibuläre wie auch der optokinetische Nystagmus zeigen auffällige Veränderungen. Es ist in diesem Fall eine zentrale Schädigung im mittleren und oberen Anteil des medialen Längsbündel zu diskutieren.

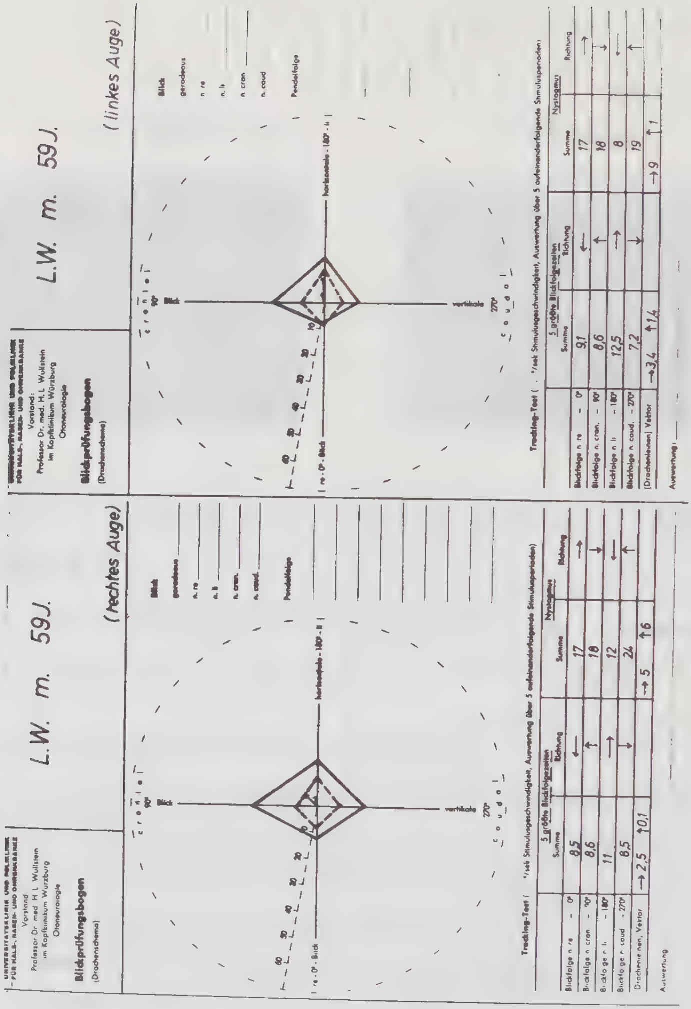
Fall 5

Bei dem 59jährigen Patienten L.W. war zwei Wochen vor der neurootologischen Untersuchung eine konservative rechtsseitige Neck dissection durchgeführt worden. Diese Halslymphknotenausräumung fand im Zusammenhang mit einer Mundbodenausräumung aufgrund eines ausgedehnten Plattenepithelkarzinomes statt. In der Anamnese ist einzig ein leichter Tinnitus beidseits festzustellen, dieses Ohrgeräusch bestand jedoch schon vor der Operation. Der Kopf des Patienten ist im Verhältnis zum Körper gering verdreht, der Torticollis weist um 1° nach links. Im Tretversuch weicht er innerhalb des Normalbereiches nach rechts ab, also zur Seite der Operation hin. Der Eigenspin weist mit 9° zur entgegengesetzten Seite, also nach links (das CCG des Patienten ist in Abbildung 31 dargestellt). Die Lateralschwankungen



(Abb.31, siehe Text)

liegen mit 10 cm im Normalbereich. Die L-Kennlinienmuster bieten mit dem Code „0000" ein normales Bild. Betrachtet man die Funktion des retino-okulären Systems, so sieht man, daß beim rechten Auge ein allseits größerer Frequenzdrachen entstanden ist, der Drachen der Blickfolgeleistung ist kleiner. Die Blicksprünge sind häufiger in der Vertikalen, in der Horizontalen sind beide Drachen nach links verschoben. Der Drachenleinenvektor zeigt in beiden Fällen nach links oben in Richtung des Bell'schen Phänomens. Das linke Auge



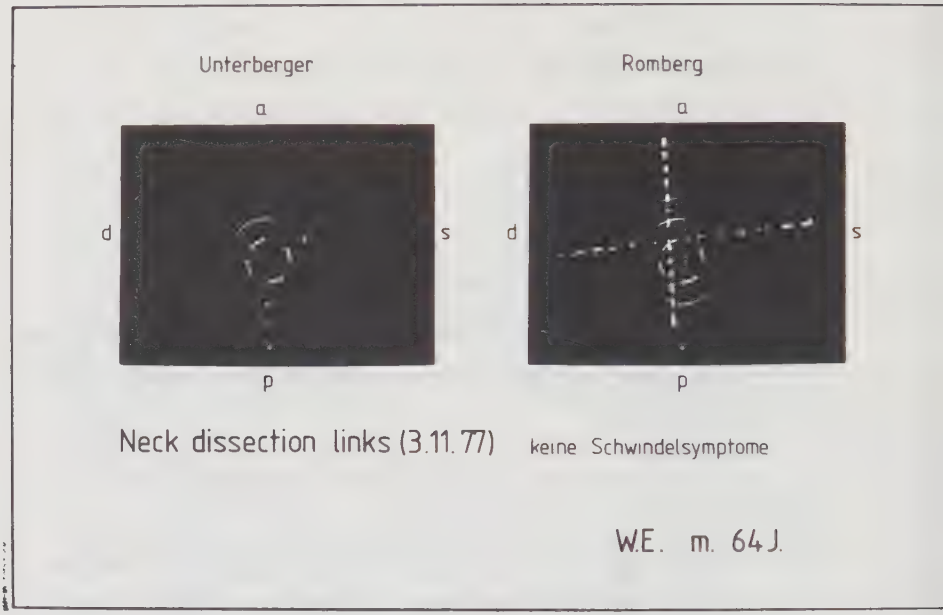
(Abb.32, siehe Text)

zeigt in der Horizontalen ein besseres Steuerverhalten der Blickfolgebewegung, auch hier dominiert in der Vertikalen die Nystagmusfrequenz. Die Präponderanzvektoren sind am linken Auge ebenfalls nach links oben gerichtet (siehe Abbildung 32).

Dieser Patient zeigt sich in seiner vestibulo-spinalen und seiner vestibulo-okulären Gleichgewichtsfunktion ausgeglichen. Auffällig ist das Verhalten des retino-okulären Systems. Es sind Störungen in den höheren Anteilen des medialen Längsbündels anzunehmen.

Fall 6

Auch im nächsten Beispiel, im Fall des 69jährigen Patienten W.E., ist die zeitliche Differenz zwischen der durchgeführten Operation und der neurootologischen Untersuchung mit etwa zwei Wochen kurz gewählt. Im Zusammenhang mit einer totalen Laryngektomie und einer Zungenteilresektion wurde bei ihm eine konservative Halslymphknotenausräumung an der linken Seite vorgenommen. Seine neurootologische Anamnese bietet keinerlei Befund. Zu erwähnen ist ein jahrzehntelanger Nikotinabusus. Sein Torticollis ist erwartungsgemäß nach links gerichtet. Im Unterberger-Tretversuch zeigt er breite Lateralschwankungen (13 cm). Wie wir wissen beginnt der Bereich pathologisch verbreiterter Lateralschwankungen bei 17,5 cm Schwankungsbreite, somit sind die seitlichen Körper-



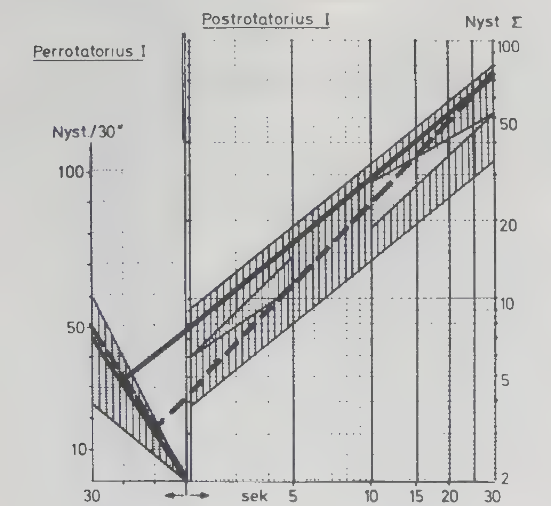
(Abb.33, siehe Text)

schwankungen des Patienten kein Hinweis auf Störungen des vestibulo-spinalen Systems. Die anguläre Deviation zeigt ebenso wie der Eigenspin nach links, also zur Seite der Operation (siehe Abb.33). Der vestibuläre Nystagmus zeigt mit der codierten Musterkonfiguration „0000" ein völlig normales Verhalten (Abbildung 34). Die Optokinetik der Blickreaktion ist der Abbildung 35 zu entnehmen. Bei beiden Augen ist die Nystagmusfrequenz größer als die Blickfolgeleistung, das heißt, die Steuerung der Blickfolge ist durch

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK
FÜR HALS- NASEN- UND OHRENKRANKE

Rotatorischer
Intensitäts – Dämpfungs –
Test (RIDT) nach Dr. C. F. Claussen

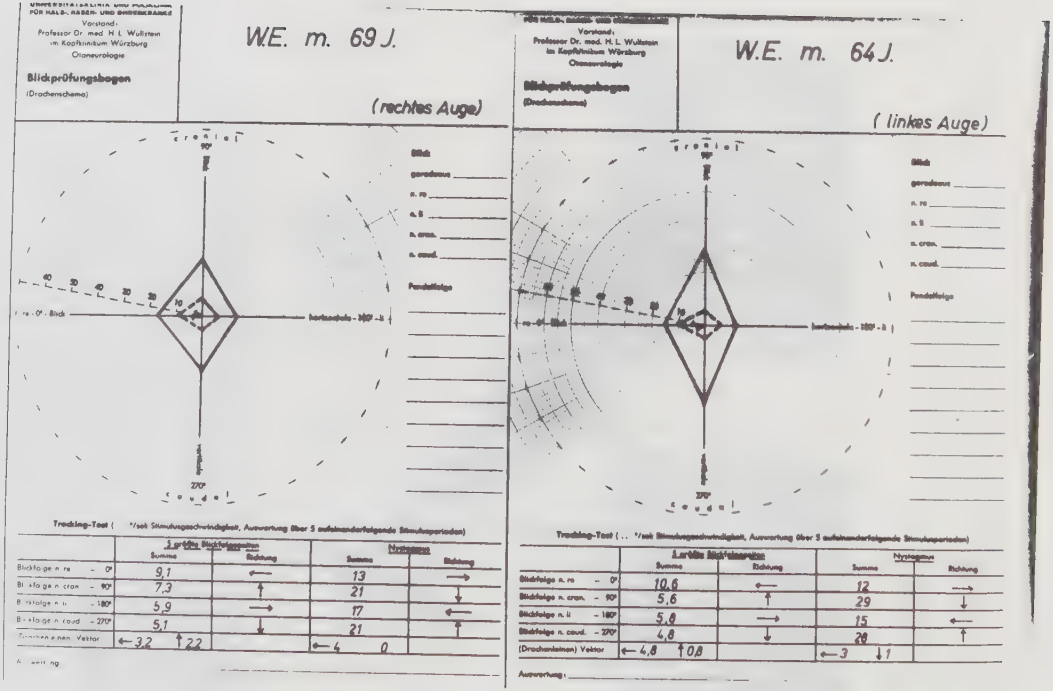
W.E., m. 64 J.



NYSTAGMUS	Rechtsgerichtet (———)			Linksgerichtet ( )		
	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme
Perrotatorius		47	K=25		50	K=25
Postrotatorius						
0 – 5. Sek		16	16		11	11
6. 10. "		15	31		13	24
11 - 15 "		12	43		13	37
16 - 20 "		9	52		14	49
21 25 "		10	62		14	63
26 30		10	72		10	[illegible]
Spontannystagmus						

Rotatorischer Intensitäts-Dämpfungs-Test (R...)

(Abb.34, siehe Text)



UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand:
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

W.E. m. 69 J.

(rechtes Auge)

Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.

Pendelfolge

Tracking-Test (*/sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	1. gröbste Blickfolgefehler		Nystagmus	
	Summe	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	9,1	←	13	→
Blickfolge n. cran. – 90°	7,3	↑	21	↓
Blickfolge n. li. – 180°	5,9	→	17	←
Blickfolge n. caud. – 270°	5,1	↓	21	↑
(Drachenlinien) Vektor	← 3,2 ↑ 2,2		← 4 0	

Auswertung:

Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Würzburg
Otoneurologie

Blickprüfungsbogen
(Drachenschema)

W.E. m. 64 J.

(linkes Auge)

Blick
geradeaus
n. re
n. li
n. cran.
n. caud.

Pendelfolge

Tracking-Test (.. */sek Stimulusgeschwindigkeit, Auswertung über 5 aufeinanderfolgende Stimulusperioden)

	1. gröbste Blickfolgefehler		Nystagmus	
	Summe	Richtung	Summe	Richtung
Blickfolge n. re – 0°	10,6	←	12	→
Blickfolge n. cran. – 90°	5,6	↑	29	↓
Blickfolge n. li – 180°	5,8	→	15	←
Blickfolge n. caud. – 270°	4,8	↓	28	↑
(Drachenlinien) Vektor	← 4,8 ↑ 0,8		← 3 ↓ 1	

Auswertung:

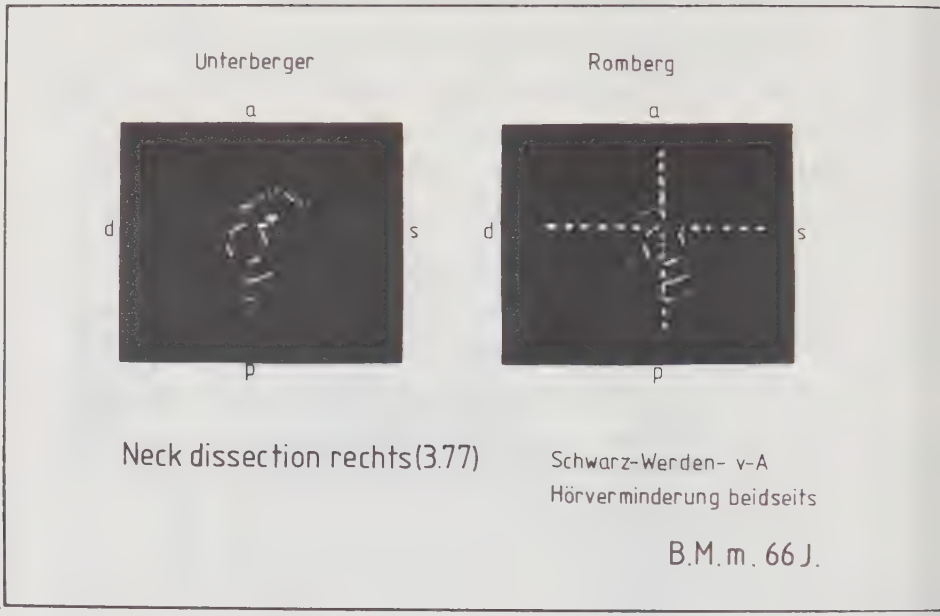
(Abb. 35, siehe Text)

häufige Blicksprünge unterbrochen, bei diesen Blicksprüngen überwiegt die vertikale Richtung der Nystagmusauslösung. Die Drachenleinenvektoren zeigen an beiden Augen nach rechts, dabei ist der Frequenzdrachen des linken Auges in der Vertikalen leicht nach unten verschoben.

Bei diesem Patienten, der in der speziellen neurootologischen Anamnese keine Beschwerden angibt, ist somit keine Störung der Körpergleichgewichtsreaktion festzustellen. Die okuläre Gleichgewichtsreaktion zeigt jedoch eine deutliche Verstellung. Damit stimmt dieser Patient im neurootologischen Funktionsbild mit dem Patienten des vorher beschriebenen Falles überein. Auch dieser Patient zeigt einzig okuläre Gleichgewichtsreaktionsveränderungen.

Fall 7

Bei dem letzten Fall dieser Kasuistik, dem 67jährigen Mann B.M., wurde eine rechtsseitige konservative Neck dissection durchgeführt. In der neurootologischen Anamnese berichtet er über häufiges Schwarz-Werden-vor-Augen, ausgelöst durch Bücken, Aufstehen und Kopfwenden, das schon einige Jahre vor der Operation bestanden hat. Ebenfalls schon vor der Operation ist eine Hörverminderung beidseits festgestellt worden. Das Kopfwenden nach rechts ist bei diesem Patienten als Folge der Halslymphknotenausräumung ebenso eingeschränkt wie das Anheben der rechten Schulter. Weiter ist eine Kreis-



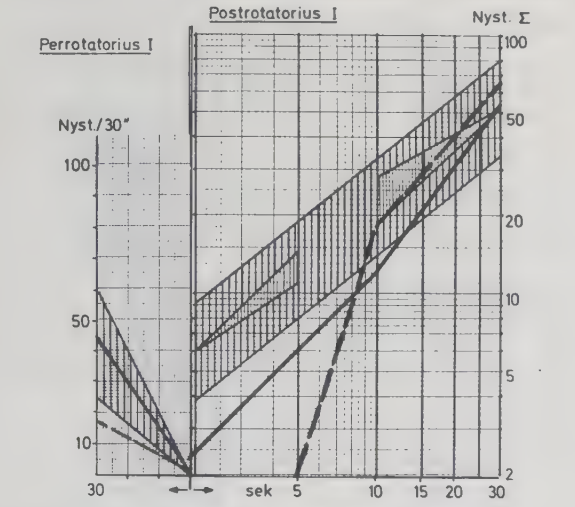
(Abb.36, siehe Text)

laufregulationsstörung im Sinne eines Orthostase-Syndroms und ein Nikotin-Abusus (etwa 30 Zigaretten/die) zu erwähnen. Sein Torticollis-Angulogramm (siehe Abb.36) zeigt keine Verdrehung des Kopfes zur Schulter an. Im UNTERBERGER-FUKUDA-Versuch weicht er deutlich nach sinister ab, diese Abweichung ist grenzwertig pathologisch zu beurteilen. Der Eigenspin verstärkt dieses Verhältnis. Der RIDT zeigt das Muster einer gehemmten postrotatorischen Nystagmusreaktion für die rechts- und die linksgerichtete Drehbeschleunigungsstimula-

UNIVERSITÄTSKLINIK UND POLIKLINIK
FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENKRANKE
Vorstand
Professor Dr. med. H. L. Wullstein
im Kopfklinikum Wurzburg
Neurootologie

B.M., m. 66 J.

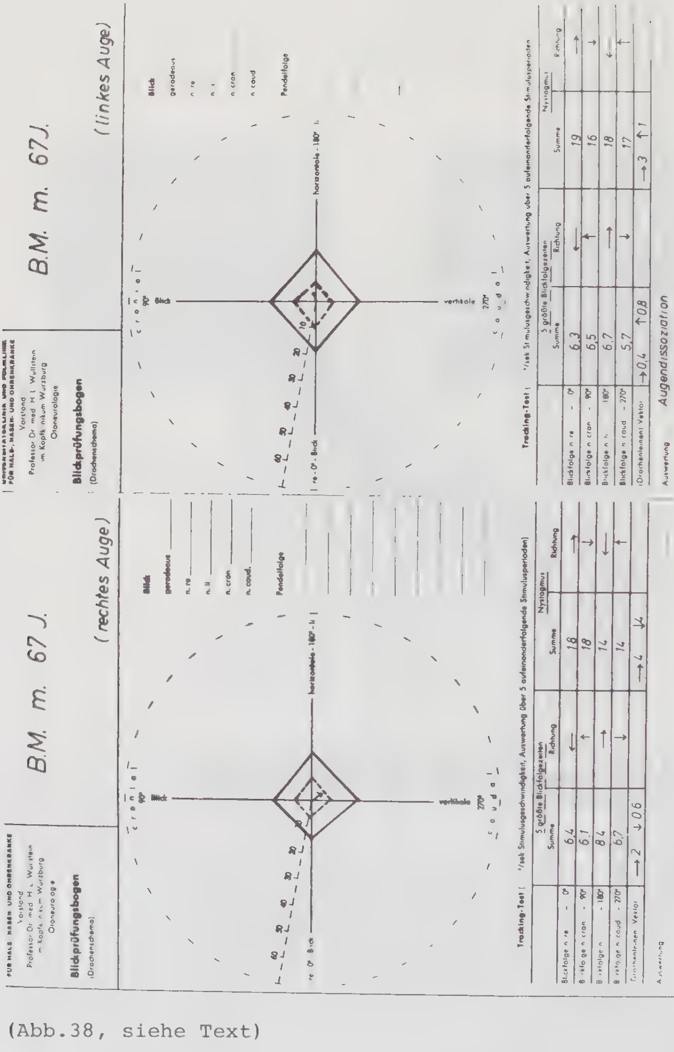
Rotatorischer
Intensitäts – Dampfungs –
Test (RIDT) nach Dr. C. F. Clausson



NYSTAGMUS	Rechtsgerichtet (———)			Linksgerichtet (– – – –)		
	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme
Perrotatorius		45	K=25		17	K=25
Postrotatorius						
0. – 5. Sek.		6	6		2	2
6 – 10 "		5	12		16	18
11 – 15 "		10	22		12	30
16 – 20 "		10	32		11	41
21 – 25 "		13	45		11	52
26 – 30 "		10	55		4	56
Spontannystagmus						

Rotatorischer Intensitäts-
Dampfungs- Test (RIDT)

(Abb.37, siehe Text)



(Abb.38, siehe Text)

tion, perrotatorisch verhält sich der rechtsgerichtete Nystagmus normal, der linksgerichtete Perrotatorius ist ebenfalls gehemmt (siehe Abb.37). Das retino-okuläre System ist gekennzeichnet von einer schlechten Blickfolgeleistung; sowohl in der Horizontalen wie in der Vertikalen sind Blicksprünge häufig. Die Präponderanzvektoren der Drachengebilde des rechten Auges weisen nach links unten, die des linken Auges nach links oben (siehe Abb.38). Diese seitenunterschiedliche Reaktion des optokinetischen Nystagmus und der Blickfolgeleistung gibt einen Hinweis auf eine zentrale Störung im Bereich der mittleren Schädelgrube. Die starke Seitabweichung im Tretversuch gibt einen Anhalt auf eine Störung der vestibulären Peripherie.

5. Diskussion

Wird man vor die Aufgabe gestellt, den Gleichgewichtsapparat des Menschen zu beschreiben, anatomisch zu definieren, topographisch festzulegen, so stößt man auf Schwierigkeiten. Denn eine große Anzahl morphologischer Einheiten vereinigt sich hier zu einem funktionellen sensomotorischen System, dessen Einflüsse auf fast allen Ebenen des zentralen Nervensystems wiederzufinden sind. Sowohl in der Hirnrinde wie im untersten Rückenmarksegment wurden Nervenbahnen gefunden, die auf direktem oder indirektem Weg mit den zentralen Stellen der Gleichgewichtsfunktion verbunden sind.

Damit der Mensch sein Gleichgewicht bewahren kann, damit er die Körperposition einnimmt, die es ihm ermöglicht, in aufrechter Stellung zu stehen und zu gehen, sind Informationen nötig, die zum Teil unbewußt verarbeitet werden, so zum Beispiel optische und akustische Wahrnehmungen, und zum Teil unter Umgehung des Bewußtseins eine reflektorische Einhaltung des Gleichgewichts ermöglichen. Wichtig sind hier die Rezeptoren des Vestibularapparates, die Dehnungsrezeptoren der Halsmuskulatur (vor allem des Musculus sternocleidomastoideus) und möglicherweise die Gelenkrezeptoren der Halswirbelsäule, die in den ersten drei Zervikalsegmenten bei der Katze zu finden sind (wichtig für die Stellung des Kopfes zum Rumpf), sowie die Propriozeptoren der Muskeln und Gelenke.

Die entscheidenden zentralnervösen Strukturen der Gleichgewichtsfunktion liegen im Bereich des Kleinhirns, des Mittelhirns, des Brückenhirns und der Medulla oblongata. Das anatomische Substrat der Verbindung dieser Einzelglieder ist in dem medialen Längsbündel, dem Fasciculus longitudinalis medialis, zu finden. Nach caudal sind die Fasern dieses Bündels bis in die oberen Rückenmarksegmente zu verfolgen, nach cranial bestehen Verbindungen zu den Kernen der Hirnnerven III, IV und V, also bis in den Bereich der Vierhügelplatte des Mittelhirns.

Eine wichtige Verbindung des medialen Längsbündels besteht zu dem eigentlichen Gleichgewichtsorgan, dem Labyrinthorgan und zu den Kleinhirnstrukturen, die als vestibulärer Kleinhirnanteil die gleichgewichtsbeeinflussende Wirkung des Kleinhirns ausführen. Die Labyrinthorgane, die Informationen über die Stellung des Kopfes im Raum, über Winkelbeschleunigungen und Progressivbeschleunigungen geben, bestehen jeweils aus den drei Bogengängen, dem Utriculus und dem Sacculus und ihren Sinneszellen. Die Informationen, die diese Haarzellen als biokybernetische Wandler von Beschleunigungsimpulsen in trains of spikes (Umwandlung physikalischer Reize in Nervenaktionspotentiale) weitergeben, gelangen über die Pars vestibularis des VIII. Hirnnerven zu den gleichseitigen Vestibulariskernen, die am Boden des IV. Ventrikels in der Rautengrube liegen. Diese Vestibulariskerne stellen End-

kerne dar. Zu unterscheiden sind die Nuclei vestibulares medialis, lateralis, inferior und superior. Ein geringer Anteil der Fasern des Nervus vestibularis geht direkt in das Kleinhirn, diese Verbindung zwischen Labyrinthorgan und Archicerebellum (dies ist der phylogenetisch älteste Teil des Kleinhirn, der als Pars nodulofloccularis die vestibulären Funktionen trägt) scheint jedoch keine wichtige Rolle zu spielen. Alle anderen Gleichgewichtsbahnen gehen somit von den Vestibularisterminalkernen aus.

Wichtige Afferenzen senden die Vestibulariskerne zum Archicerebellum. Mit diesem Tractus vestibulocerebellaris stellt sich eine funktionelle Einheit zwischen den Nuclei vestibulares und dem Pars nodulofloccularis her. Zum Teil sind in diese Bahnen Uvula und Tonsille zwischengeschaltet, beides Anteile des Paleocerebellum. Vom Archicerebellum laufen efferente Fasern im Tractus cerebellovestibularis über die Dachkerne des Kleinhirns (Nuclei fastigii, globosi und emboliformes) zu den Vestibulariskernen. Weitere, von den Vestibulariskernen ausgehene Afferenzen gelangen als Tractus vestibulocorticalis über eine Umschaltung, die wohl im Thalamus erfolgt, in die Hirnrinde. Die corticale Repräsentation der Gleichgewichtskerne liegt nach den bisherigen Ergebnissen im Lobus parietalis, im basalen Teil des Gyrus postcentralis und im oberen Temporallappen.

Durch die Tractus cerebelloreticulares und reticulocerebellares stehen die Vestibularkerne über Kleinhirnkerne (Nuclei fastigii) mit der Formatio reticularis in Verbindung. Über diese Bahnen findet die Erregung vegetativer Kerngruppen auf labyrinthäre Reize statt.

Der Tractus vestibulospinalis (lateralis) leitet Impulse aus dem Nucleus vestibularis lateralis (Deiters) in den Rückenmarkvordersträngen zu den alpha- und gamma-Motoneuronen der gesamten Körpermuskulatur mit Bevorzugung der Extremitäten- und der Halsmuskulatur. Durch diese Bahnen ist der entscheidende Einfluß des Deiters'schen Kernes auf die Regulation des Tonus der Körpermuskulatur gegeben. Die zweite Verbindung zwischen Vestibulariskernen und Rückenmark findet im medialen Längsbündel statt. Vom Nucleus vestibularis medialis (Schwalbe) ziehen diese Fasern gekreuzt zur kontralateralen Seite und enden an den Motoneuronen der Halsmuskulatur. Es sei bereits an dieser Stelle erwähnt, daß hiermit eine Verbindung der vestibulären Beeinflußung der Kopfmotorik und der Blickmotorik hergestellt ist.

Über den Tractus vestibulo-longitudinalis sind die Vestibulariskerne, vor allem der laterale Kern, ein zweites Mal an das mediale Längsbündel angeschlossen. Diese Nervenfasern erreichen die Kerne der Hirnnerven III, IV und VI. Damit

besteht eine enge Verbindung zwischen Vestibularapparat und der Augenmotorik. Das vestibulo-okuläre System findet hier sein morphologisches Korrelat.

Die Vestibulariskerne erhalten somatische Afferenzen aus den Halsrezeptoren und aus den Muskeldehnungsrezeptoren des Musculus sternocleidomastoideus. Diese Informationen über die Stellung des Kopfes zum Körper spielen eine wichtige Rolle im vestibulo-spinalen Funktionssystem.

Bei beinahe allen Verbindungen zwischen den Nuclei vestibulares und anderen ZNS-Strukturen ist das Kleinhirn in verschiedenem Ausmaß dazwischengeschaltet. Dabei findet die Beeinflussung des Gleichgewichts durch das Kleinhirn auf unterschiedlichem Wege statt. Das Archicerebellum hat über die Vestibulariskerne (Tractus cerebellovestibularis) durch die vestibulo-spinalen Bahnen Einfluß auf die Motoneurone der Körpermuskulatur. Afferenzen erhält das Urkleinhirn von den Vestibulariskernen und über die Kleinhirnseitenstrangbahnen von den Rezeptoren der Körpermuskulatur. Dieser Regelkreis ist wichtig für die reflektorische Erhaltung des Gleichgewichts. Das Paleocerebellum, das Altkleinhirn, beeinflußt den Muskeltonus über Bahnen, die von der Rinde des Paleocerebellums ausgehen und über die Kleinhirndachkerne in die vestibulo-spinalen und rubro-spinalen Verbindungen eingeschaltet sind.

Die Verbindungen der Augenmuskelkerne mit dem medialen Längsbündel und damit eine Zusammenschaltung zwischen Augenmotorik, Gleichgewichtsapparat und Tonusregulation der Halsmuskulatur wurde bereits erwähnt. Außerdem erhalten die Augenmuskelkerne (es handelt sich um multipolare somatomotorische Ganglienzellen mit parasymphatischen Anteilen) Afferenzen vom oberen Vierhügelpaar durch die tectobulbären Fasern. Die Kerne des Nervus oculomotorius liegen im Mittelhirn in Höhe des Colliculus superius. Die Kerngruppen für die einzelnen Augenmuskeln sind individuell repräsentiert. Der III.Hirnnerv versorgt die Musculi rectus medialis, inferioris, obliquus inferioris, rectus superioris sowie den Musculus levator palpebrae. Unmittelbar caudal dieser Kerngruppe liegen in Höhe der unteren Vierhügel die Kerne des Nervus trochlearis. Seine Fasern kreuzen zur Gegenseite und versorgen den rechten und linken Musculus obliquus superior. Der Nucleus nervi abducentis (VI.Hirnnerv) liegt unter dem Colliculus facialis in der Rautengrube. Vom ihm wird der Musculus rectus lateralis versorgt. Über das mediale Längsbündel stehen die einzelnen Augenmuskelkerne untereinander in Verbindung. Entscheidend für die Korrelation des Seitenblickes ist der Nucleus paraabducentis, der den ipsilateralen Abducenskern mit den kontralateralen Oculomotoriuskernen verbindet. Die kortikalen Afferenzen aus dem Lobus frontalis für die willkürliche Augensteuerung münden schließlich ebenfalls über

die Fasern des Fasciculus longitudinalis medialis an den Kernen der Okulomotorik.

Der Nervus accessorius, der XI.Hirnnerv, der bei manchen Formen der radikalen Neck dissection entfernt werden muß, ist ein rein somatomotorischer Nerv. Seine Erfolgsorgane sind die Musculi sternocleidomastoideus und trapecius, vom letzteren vornehmlich die oberen Anteile. Durch diesen Nerv wird die Kopfdrehung und Kopfsenkung hauptsächlich geleitet. Aus seinen Versorgungsgebieten ist bei einseitiger Entfernung oder bei Parese die Verdrehung des Kopfes zur gleichen Seite hin sowie das Herabsinken der gleichseitigen Schulter zu erklären. Die Wurzeln des N. accessorius sind von der Medulla oblongata bis hin zum siebten Zervikalsegment zu verfolgen. Die spinalen Akzessoriuswurzeln ziehen seitlich des Rückenmarks nach kranial durch das Foramen occipitale magnum hindurch. Hier vereinigen sie sich mit dem Hauptstamm, der seinen Ursprung vom Nucleus ambiguus nimmt. Durch das Foramen jugulare zieht der Nervus accessorius zum M. sternocleidomastoideus, der ihm als Leitmuskel dient und den er mit einem Teil seiner Fasern motorisch innerviert.

Die Einflußnahme der Gleichgewichtskerngruppen und des Kleinhirns auf die Kopfstellung findet in der vestibulo-akzessorischen Schleife statt. Die Vestibulariskerne stehen hier über

den unteren Anteil des medialen Längsbündels mit dem Nucleus ambiguus in Verbindung. Zu einer Feed-back-Schleife ergänzt werden diese Efferenzen der Vestibulariskerne durch die bekannten Afferenzen aus den oben angesprochenen Halsgelenk- und Halsmuskelrezeptoren.

Dieser funktionelle Überblick über die Anatomie des Gleichgewichtsapparates des Menschen läßt die Zusammenhänge verständlich werden, auf die BARANY bereits 1906 hingewiesen hat. Er wies auf die Verknüpfung zwischen vestibulären Reizen und Reaktionen der Augenmotorik und der Kopfsteuerung hin. Übertragen auf ein Funktionsmodell sind die Sinneszellen des Labyrinthorgans der Rezeptor, die verbindende und die notwendigen Verschaltungen herstellende zentralnervöse Struktur ist das mediale Längsbündel und der Effektor, also das Erfolgsorgan, ist in dem einen Fall die Motorik der Augen und in dem anderen Fall die Halsmuskulatur.

Diese Rezeptor-ZNS-Effektor-Schleife, die sich als Input-Output-Beziehung darstellt, ist das prinzipielle Funktionsmodell, auf das sich die neurootologischen Funktionsprüfungen als grundlegendes Meßsystem beziehen. Es läßt sich auch auf weitere Regelkreise anwenden. So führt eine Verstellung der Halsmuskulatur zu Reaktionen der Augenmotorik. Ebenso ist bekannt, daß ein Reiz, der auf die Retina als Rezeptor wirkt, eine Antwort der Augenmuskulatur und daneben auch der Hals-

und Körpermotorik bewirken kann.

Die Meßmethoden der Neurootologie ermöglichen heute die präzise Erfassung der Beziehung von Reiz und Reaktion, dem Zusammenspiel von Rezeptor und Effektor. So erhält der Untersucher quantitative Angaben über die Funktionen des Gleichgewichtssystems. Es sind zum Beispiel genaue Informationen darüber zu erhalten, ob die Reaktion der Augenmotorik, die sich als Nystagmusschläge geltend machen kann, auf einen vestibulären Reiz hin in physiologischer Form auftritt. Oder ob bei einer Störung des vestibulo-okulären Systems eine pathologisch erhöhte Schlagrate dieses vestibulär ausgelösten Nystagmus festzustellen ist. Damit ist eine Lokalisation von Störungen der Gleichgewichtsfunktion durch die modernen Meßmethoden der Neurootologie möglich geworden. Die Neurootologie mit ihren Funktionsprüfungen ist die Basis der Differentialdiagnose des Schwindels. Ein Beispiel für die Anwendung neurootologischer Meßmethoden und den daraus folgenden differentialdiagnostischen Überlegungen ist in dieser Arbeit gegeben.

Als pathodiagnostische Systeme werden hier das vestibulo-okuläre, das retino-okuläre und das vestibulo-spinale Funktionssystem untersucht.

Die Diagnostik des retino- und des vestibulo-okulären

Systems bedient sich der Elektronystagmographie (ENG). Der Nystagmus ist eine unwillkürliche, ruckartige Augenbewegung mit einer langsamen Phase der Augenablenkung und einer schnellen Rückstellphase. Die Nystagmusrichtung wird nach der schnellen Phase bezeichnet, also nach der Phase, die die Bulbi aus der erzwungenen Auslenkung in die Ausgangsposition zurückstellt. Für diese schnelle Phase sind mesencephale Neurone verantwortlich. Für die Augenablenkung, also die langsame Nystagmusphase, sind drei Auslösemechanismen bekannt.

Bei dem Einwirken optischer Reize auf die Retina entsteht der optokinetische Nystagmus. Bei einer Beschleunigung des Körpers wird der vestibuläre Nystagmus erzeugt. Der Halsreflexnystagmus schließlich tritt bei Veränderungen der Kopfstellung zum Hals auf. Die Rezeptoren sind im ersten Fall die Retina, im zweiten Fall die Labyrinthorgane und drittens u.a. die sogenannten Halsgelenkrezeptoren. Der Effektor ist die Augenmotorik.

Die Elektronystagmographie ist ein in der elektrischen Dipol-Eigenschaft des Auges begründetes Aufzeichnungsverfahren von Augenbewegungen. Es können die Bewegungen der Bulbi zwischen Elektrodenpaaren gemessen werden. Dafür werden oberhalb und unterhalb sowie rechts und links eines jeden Auges Elektroden befestigt; man hat somit sowohl

für vertikale wie für horizontale Augenbewegungen ein Elektrodenpaar. Das Ergebnis der Elektronystagmographie sind Aussagen über Nystagmusschlagrate, -amplitude, -schlagrichtung und -koordination.

Wenn durch die neurootologischen Prüfungen eine Störung im retino-okulären System festgestellt wird, so muß diese Störung die Generatorstrukturen des optokinetischen Nystagmus betreffen. Diese Generatorelemente sind parathalamische Kerngruppen und die Kerne der Augenmuskelnerven, die über das mediale Längsbündel miteinander verknüpft sind. Mesencephale Kerne der Formatio reticularis sorgen für die Blockierung des retino-okulären Informationsstromes und damit für die schnelle Rückstellung der Augen in die Ausgangsstellung. Der Tracking-Test mißt mittels der ENG die Reaktionen, die als Nystagmusschläge auf eine Reizung der Retina durch optische Stimuli hin auftreten. Die neurootologische Kennliniendiagnostik macht es durch Übertragung der Ergebnisse der ENG möglich, Störungen in der Gleichgewichtsreaktion der Blickmotorik als bestimmte Musterkonfiguration zu erkennen.

Bei der Erzeugung des vestibulären Nystagmus sind die Labyrinthorgane, die Vestibulariskerne, die Kerne der Augenmuskulatur, die mesencephalen Kerngruppen der Nystagmussteuerung sowie alle verbindenden Leitungsbahnen beteiligt;

somit ist in diesen Strukturen der Grund für einen pathologischen vestibulären Nystagmus zu suchen. Vornehmlich ist hier das mediale Längsbündel in vielen Fällen wohl ursächlicher Faktor für entsprechende Funktionsstörungen. Auch der RIDT (siehe Kapitel 3.4) liefert durch die neuro-otologische Kennliniendiagnostik Aussagen über die Funktion des vestibulo-okulären Systems. Störungen sind als leicht erkennbare Musterkonfigurationen in der L-Kennliniensynopsis nach CLAUSSEN zu diagnostizieren.

Die Funktionsdiagnostik des vestibulo-spinalen Systems untersucht die Steuerung des Körpergleichgewichts. Meßparameter für die vestibulo-spinale Körpersteuerung sind Kopf- und Körperschwankungen. Durch die fotooptische Aufnahmemethode der Cranio-Corpo-Graphie werden diese Bewegungen auf Polaroidbildern fixiert und können somit ausgemessen werden. So wird der Tretversuch nach UNTERBERGER und FUKUDA durch die CCG zu einer sehr empfindlichen quantitativen Analyse der Kopf-Körper-Steuerung. Die wichtigen Strukturen der vestibulo-spinalen Gleichgewichtsregulation sind die Vestibulariskerne, das Archicerebellum, die Kleinhirndachkerngruppen sowie die unteren Anteile des medialen Längsbündels einschließlich der Kerne des Nervus accessorius.

Aufgrund systematisierter Standardisierungsuntersuchungen zur Festlegung von Normalbereichen sind die Normalbereiche

für die Lateralschwankung, die anguläre Deviation sowie den Körpereigenspin bekannt. Eine Störung der vestibulären Peripherie (Labyrinthorgan und Vestibularisnerv) führt zu einer abweichenden angulären Deviation zur Seite der Störung über den Normalbereich hinaus. Läsionen im unteren Bereich des IV.Ventrikels und den unteren Anteilen des medialen Längsbündels wirken sich als verbreiterte Lateralschwankungen aus. Bei Prozessen im Altkleinhirn oder einseitig in den mittleren und unteren Kleinhirnschenkeln ergibt sich eine Kombination von verbreiterter Lateralschwankung und pathologischer Seitabweichung.

Die neurootologische Funktionsdiagnostik dient in der vorliegenden Arbeit der Untersuchung der Frage, ob bei Patienten, bei denen eine Neck dissection vorgenommen wurde, Gleichgewichtsfunktionsstörungen auftreten.

Es gilt zu diskutieren, inwieweit dabei die Verstellung des Kopfes zum Körper als ursächlicher Faktor anzusehen ist. Eine weitere Überlegung muß der Frage gelten, welche Einflüsse die Entfernung der Halsmuskulatur als Sinnesorgan auf die Auslösung subjektiver und objektiver Schwindelmechanismen hat. Daß nutritive Versorgungsänderungen der zentralnervösen Strukturen im Gefolge von kardio-vaskulären Erkrankungen oder von arterio- oder arteriolosklerotischen Veränderungen der Gehirngefäße zu dem Symptom Schwindel führen können, ist aus den Untersuchungen der Inneren Medizin bekannt. Ob die Entstehung

von Gleichgewichtsstörungssymptomen eine Folge der Unterbindung der großen Halsvenen sein kann, diese Frage ist als ein weiterer differentialdiagnostischer Ansatzpunkt aufzunehmen.

Bei 48 Patienten, bei denen eine Neck dissection durchgeführt wurde, ist der orthogonale Blickfolge-Test vorgenommen worden. Es zeigt sich, daß im Durchschnitt des Kollektivs eine Verstellung der Gleichgewichtsreaktion der Blickmotorik auf Reizung der Retina vorliegt. Das Steuerverhalten der Blickfolge ist gestört, häufige Blicksprünge sind in der Horizontalen und noch mehr in der Vertikalen nachzuweisen.

Die Nystagmus-generierenden Strukturen des retino-okulären Systems unterliegen somit den Einflüssen aus zugeschalteten Regelkreisen, die zu einer verminderten Blickfolgeleistung bei erhöhter Reizbarkeit des retino-okulären Nystagmus führen.

Bei dem gleichen Kollektiv wurde zur Diagnostik des vestibulo-okulären Systems der RIDT durchgeführt. Bei 40 % dieser Patienten liegt ein normales Steuerverhalten der Blickmotorik auf eine vestibuläre Stimulation vor. Dies entspricht in etwa den Ergebnissen, die durch Untersuchung von etwa 1440 unausgesuchten Patienten in der Datenbank NODEC I vor-

liegen.

Auffällig bei diesem hier untersuchten Patientengut ist das häufige Auftreten sogenannter Enthemmungsmuster. Während bei NODEC I die Enthemmungsmuster zu einem sehr geringen Prozentsatz zu finden sind, sind solche Muster bei 47% der Patienten mit Zustand nach Neck dissection nachzuweisen. Der Regelkreis des vestibulo-okulären Systems ist hier also offenbar verstellt.Das Gleichgewicht zwischen den Nystagmus-hemmenden und den Nystagmus-auslösenden Strukturen ist zugunsten einer erhöhten Erregbarkeit der Augenmotorik auf vestibuläre Beschleunigungsstimuli hin verschoben.

Die Cranio-Corpo-Graphie der vestibulo-spinalen Prüfung, des UNTERBERGER-FUKUDA-Versuchs, zeigt keine verbreiterte Lateralschwankung bei der Erstellung eines Mittelwertes der Ergebnisse des hier untersuchten Kollektivs. Auch die anguläre Deviation ist im errechneten Mittelwert nicht verbreitert. Auffällig ist jedoch die Bevorzugung der Seitenabweichung zur Gegenseite der Operation. Bei 57% der Patienten ist sowohl die anguläre Deviation wie auch der Körpereigenspin zur nicht-operierten Halsseite gerichtet. Bei diesen Patienten liegt somit eine gewisse Verstellung des vestibulo-spinalen Körpersteuerungsmechanismus vor. Da die Lateralschwankungsbreite bei fast allen untersuchten Patien-

ten im Normalbereich liegt, ist eine Störung der zentralen Strukturen der Kopf-Körper-Steuerung durch den operativen Eingriff nicht anzunehmen. Eine Unterbrechung der vestibulo-akzessorischen Schleife, wie sie in einigen Fällen der radikal-operierten Patienten durch Entfernung des XI.Hirnnervens stattgefunden hat, scheint also keinen Einfluß auf die regelrechte vestibulo-spinale Funktion zu haben. Der Einfluß der Operation bezieht sich eher auf die vestibuläre Peripherie.

Die objektive Gleichgewichtsfunktionsdiagnostik zeigt für das hier untersuchte Patientenkollektiv Verstellungen in der Gleichgewichtsreaktion der Blickmotorik und in einem weniger aussagekräftigen Maß Veränderungen der Körpersteuerung an. Mit der neurootologischen Anamneseerhebung ist die Befragung nach subjektiven Schwindelsymptomen durchgeführt worden. Die Hälfte der Patienten klagt über postoperativ aufgetretene subjektive Gleichgewichtsstörungen.

Weitere Aussagen über Veränderungen in den einzelnen Regelkreisen liefert die Einzelfallbeschreibung. Der in Fall 5 dargestellte Gleichgewichtsfunktionstest eines Patienten mit rechtsseitiger Neck dissection zeigt ein völlig normales Verhalten des vestibulo-spinalen und des vestibulo-okulären Systems. Die Schwindelanamnese ist negativ. Das retino-okuläre System ist jedoch deutlich verstellt.

Bei einem anderen Patienten (Fall 1) liegt bei negativer Anamnese eine Störung der Kopf-Körper-Steuerung und der Blickmotorik auf retinale Reizung hin vor. Fall 4 beschreibt einen Patienten mit deutlichen postoperativen subjektiven Schwindelbeschwerden bei einem völlig normalen Verhalten im UNTERBERGER-FUKUDA-Test. Bei der ENG liegt ebenso für den vestibulär ausgelösten wie für den optokinetisch ausgelösten Nystagmus eine Verstellung der Blickmotorik vor. Es ist jedoch auch ein Fall beschrieben (Fall 7), bei dem sowohl eine positive Schwindelanamnese wie eine Störung in allen drei untersuchten Gleichgewichtsregelkreisen vorliegt.

Wir sehen also, daß sich die Folgen der Neck dissection sowohl nur subjektiv bemerkbar machen, als sie auch subjektiv und objektiv bei dem gleichen Patienten festzustellen sind. Es können die Gleichgewichtsfunktionssysteme sowohl einzeln wie auch in Kombinationen betroffen sein. Und es gibt auch Patienten, bei denen Störungen in allen Regelkreisen vorliegen, die untersucht worden sind.

Von den Ausführungen über die Neck dissection her ist es uns bekannt, daß bei der radikalen Form der Musculus sternocleidomastoideus entfernt wird, während er bei der konservativen Vorgehensweise erhalten bleibt. Ein Vergleich der Ergebnisse der neurootologischen Untersuchung der radikal- und der konservativ-operierten Patientenkollektive kann somit einen Auf-

schluß geben über die Einflüsse der Halsmuskulatur auf die festgestellten Gleichgewichtsstörungen.

Über subjektive Schwindelbeschwerden klagen sowohl die Hälfte der Patienten, bei denen der Musculus sternocleidomastoideus entfernt worden war, wie auch etwa die Hälfte der Patienten, bei denen die konservative Methode unter Erhaltung dieses Muskels durchgeführt worden war. Im UNTERBERGER-FUKUDA-Tretversuch ist kein Unterschied zwischen den beiden Kollektiven bezüglich der Lateralschwankungen festzustellen. In der seitlichen Abweichung zeigen sich Differenzen zwischen der radikal-operierten und der konservativ-operierten Gruppe in Beziehung auf die Abweichungsrichtung. Ergebnisse, die auf eine Verstellung des vestibulo-spinalen Systems nur bei der radikal-operierten Patientengruppe hinweisen, existieren nicht. Auch bei der Prüfung der vestibulo-okulären und der retino-okulären Funktionen ist kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Kollektiven festzustellen.

Eine Entfernung des Sinnesorgans Halsmuskulatur auf einer Seite des Halses scheint also keine Relevanz in Hinblick auf die in dieser Arbeit festgestellten subjektiven wie objektiven Gleichgewichtsstörungen zu besitzen. Jedenfalls wirkt sich die bereits oben diskutierte Unterbrechung der vestibulo-akzessorischen Schleife nicht auf vestibulo-spi-

nale Regelkreise aus.

Ebenfalls bei der Gegenüberstellung der Kollektive der radikal- und der konservativ-operierten Patienten ist der Frage nach der Bedeutung der Veränderung in der Gefäßversorgung nachzugehen. Wir wissen, daß bei der radikalen Form der Neck dissection eine Unterbindung der Vena jugularis interna stattfindet. Hinsichtlich des Einflusses des typischen Operationsverfahrens ist festgestellt worden, daß subjektive Schwindelbeschwerden und objektive neurootologische Befunde bei beiden Kollektiven in etwa gleicher Anzahl und beinahe gleichen Verstellungsmustern vorkommen.

Die einseitige Unterbindung großer Halsvenen zeigt demnach im Vergleich zu den Patienten, bei denen konservativ vorgegangen wurde, keine deutlichen Differenzen in der Schwindelsymptomatik.

Als ursächlicher Faktor ist somit für die bei diesem Patientenkollektiv festgestellten Schwindelsymptome in erster Linie die Verstellung des Kopfes zum Körper durch Narbenzug und durch das Fehlen stützender Muskulatur zu diskutieren. Über subjektive und objektive Gleichgewichtsstörungen als Folge einer Kopf-Körper-Verstellung, also eines Torticollis, berichten verschiedene Autoren (u.a. 14,15,22). Entsprechend den Ergebnissen dieser Autoren stellen wir mit neurootologi-

schen Funktionsprüfungen objektivierbare Gleichgewichtsfunktionsstörungen bei Patienten fest, denen ein solcher Schiefhals operativ aufgezwungen worden ist.

Als Folge der Verdrehung der Halswirbelsäule sowie der Fehlbelastung im Schultergürtelbereich muß auch an das häufige Auftreten arthrotischer Veränderungen im Bereich der HWS gedacht werden. Von DECHER, BONIVER und anderen wissen wir, daß eine Arthrose der HWS zu einem zervikalen Schwindel führen kann. Für dessen Auslösung dürften u.a. die Gelenkrezeptoren der HWS eine entscheidende Rolle spielen.

Bei dem überdurchschnittlich häufigen Auftreten von Schwindelsymptomen bei dem in dieser Arbeit untersuchten Patientenkollektiv darf nicht das recht hohe Alter der meisten Patienten vergessen werden. Es ist bekannt, daß bei Arteriosklerose, Herzinsuffizienz, Kreislaufstörungen und anderen Erkrankungen, die gehäuft in höherem Alter auftreten, das Symptom Schwindel eine jedem Kliniker gut bekannte Folgeerscheinung darstellt.

Bezüglich der Wahl des typischen Operationsverfahrens ist als ein Ergebnis dieser Arbeit festzuhalten, daß bei den hier untersuchten Patienten kein Unterschied zwischen den beiden Operationsverfahren im Hinblick auf eine postoperative Schwindelsymptomatik gegeben ist. Die Veränderungen

in den Gleichgewichtsfunktionskreisen beziehungsweise die subjektiven Schwindelbeschwerden treten bei den beiden Kollektiven der radikal- und der konservativ-operierten Patienten in fast gleicher Weise gehäuft auf.

6. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden 48 Patienten, die eine Neck dissection erhalten hatten, aequilibriometrisch untersucht. 4/5 des Probandenkollektivs sind männlichen, 1/5 weiblichen Geschlechts. Der Gipfel der Altersverteilung liegt über dem 65. Lebensjahr.

Die neurootologische Anamnese wurde anhand des systematisierten Fragebogens NODEC erhoben. Die aequilibriometrischen Untersuchungen, die durchgeführt wurden, sind die von CLAUSSEN eingeführte Cranio-Corpo-Graphie, eine fotooptische Aufnahme von Kopf-Schulter-Bewegungsmustern, und die Elektronystagmographie des optokinetischen Tracking-Nystagmus und des vestibulären Nystagmus, der hier durch Drehbeschleunigungsreize hervorgerufen wird.

In dieser Arbeit soll festgestellt werden, welche subjektiven und welche objektivierbaren Gleichgewichtsfunktionsstörungen bei Patienten auftreten, bei denen durch eine Operation eine Verstellung der Haltung des Kopfes zum Körper herbeigeführt wurde.

In der Anamnese klagt etwa die Hälfte der Patienten über postoperativ aufgetretene Schwindelsymptome. Die objektive Gleichgewichtsfunktionsdiagnostik zeigt für das hier untersuchte Patientenkollektiv Verstellungen in der Gleichgewichtsreaktion der Augemotorik. Daneben liegen in geringerem Maße auch Veränderungen in der Gleichgewichtsfunktion

der Körpersteuerung vor. Die verschiedenen Gleichgewichtsfunktionssysteme können dabei sowohl einzeln wie auch in Kominationen betroffen sein.
Die angewandte Operationsmethode scheint keinen Einfluß auf das Auftreten der Gleichgewichtsstörungen zu haben. Sowohl bei der radikalen Neck dissection, bei der ein Teil der Halsmuskulatur entfernt wird, wie auch bei der konservativen Methode treten die objektivierbaren Gleichgewichtsfunktionsstörungen etwa in gleicher Zahl und Stärke auf.

7. Literaturverzeichnis

1	Bergmann de Bertora J., Bertora G.	Schwindel bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Verhandlungen der GNA, VIII, 403-410, 1981
2	Bocca E.	Chirurgie der Halslymphknoten. in: Kopf- und Halschirurgie,1, Herausg.: Naumann H.H., Thieme Verlag, Stuttgart, 1972
3	Boniver R.	The importance of neck proprioception for cervical vertigo. Verhandlungen der GNA, VI, 341-369, 1978
4	Brodal A.	Anatomy of the vestibular nuclei and their connections. Handbook of sensory physiology, VI 1, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1974
5	Caspers H.	Zentralnervensystem. in: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, Herausg.: Keidel W.D., Thieme Verlag, Stuttgart, 1973
6	Claussen C.F.	Cranio-Corpo-Graphie. Verhandlungen der GNA, VI 1, 151-191, 1978
7	Claussen C.F.	Die zusammenfassende ENG-Auswertung mittels synoptischer Kennlinienmuster. Verhandlungen der GNA, VIII, 29-43, 1981
8	Claussen C.F. & Lühmann M.v.	Das Elektronystagmogramm und die neurootologische Kennliniendiagnostik. Hamburg, Neu-Isenburg, 1976
9	Claussen C.F. & Schlachta I.v.	Kite chart for graphical evaluation of optokinetic nystagmus. Anals Otology, Rhinology and Laryngology, 81, 417-422, 1972

10 Claussen C.F. Über die Aufzeichnung und Auswertung ausgewählter quantitativer Gleichgewichtsprüfungen. Habilitationsschrift, Berlin, 1970

11 Claussen C.F. Über ein Richtungsüberwiegen nach unten beim Blickfolgetest. Z. Laryngologie, Rhinologie, Otologie, 50, 68-77, 1971

12 Cohen L.A. Role of eye and neck proprioceptive mechanisms in body orientation and motor coordination. J. Neurophysiology, 24, 1-11, 1961

13 Conley J. Radical neck dissection. Laryngoscope, 85, 1344-52, 1975

14 Decher H. Die zervikalen Syndrome in der HNO - Heilkunde. Akt. Oto-Rhino-Laryng., 2, Thieme Verlag, Stuttgart, 1969

15 Decher H. Schwindel bei Halswirbelsäulenerkrankungen. in: Differential diagnosis of vertigo, 285-291, de Gruyter Verlag, Berlin, 1980

16 Dehnhardt A. Das Symptom Schwindel bei inneren Erkrankungen. Verhandlungen der GNA, I, 363-374, 1975

17 Eufinger H. Chirurgisches Vorgehen bei tastbaren Lymphknotenvergrößerungen. Chirurg, 44, 163-166, 1973

18 Fukuda T. The objectiv evidence of vertigo. Proc. 8, Int. Congreß ORL, Tokyo, 127-128, 1966

19 Henriksson, N.G. et al. A synopsis of the vestibular system. Sandoz Monographs, 1972

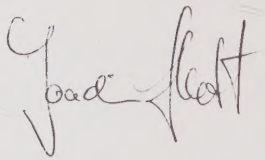
20 Köpf B. Über die quantitative und qualitative Auswertung eines sensiblen vestibulospinalen Tests, des Unterberger'schen Tretversuchs, mittels der Cranio-Corpo-Graphie. Dissertation, Würzburg, 1978

21	Lang J., Estelrrich P.R.	Über die Anatomie des Gleichgewichts-funktionssystems. Verhandlungen der GNA, I, 17-50, 1975
22	Liedgren Ch., Ödkvist L.	The morphological and physiological basis for vertigo of cervical origin. in: Differential diagnosis of vertigo, 566-587, de Gruyter Verlag, Berlin, 1980
23	Maurer R.	Über die quantitative Auswertung des Romberg-Versuches mittels der CCG. Dissertation, Würzburg, 1976
24	Peitersen E.	Measurement of vestibulo-spinal responses in man. Handbook of sensory physiology, VI 2, 267-280, 1974
25	Prott W.	Die Einbeziehung der Halsmuskulatur und des Nervus accessorius in die Neck dissection. Verhandlungen der GNA, VI 2, 389-391, 1978
26	Rademaker G.J.	Das Stehen. Monographie aus dem Gesamtgebiet der Neurologie und Psychiatrie, 59, Springer Verlag, Berlin, 1931
27	Rohen J.W.	Funktionelle Anatomie des Menschen. Schattauer Verlag, Stuttgart, 1973
28	Samland O.	Nystagmus - neuroanatomische und neuro-physiologische Grundlagen. Verhandlungen der GNA, VI 1, 445-463, 1978
29	Schaltenbrand G.	Allgemeine Neurologie. Thieme Verlag, Stuttgart, 1969
30	Schneider K.W.	Vestibularisfunktion bei kardiovaskulären Erkrankungen. Verhandlungen der GNA, VI 2, 823-831, 1978
31	Schöner L.	Über die vergleichende Auswertung von 1504 neurootologischen Patientendaten-sätzen mit vestibulo-spinalem und vesti-bulo-okulären Befund. Dissertation, Würzburg, 1976

32	Theissing G., Theissing J.	Kurze HNO-Operationslehre. Band 1, Thieme Verlag, Stuttgart, 1975
33	Unterberger S.	Neue objektive registrierbare Vestibularis-Körperdrehreaktionen, erhalten durch Treten auf der Stelle. Der "Tretversuch". Arch. Ohr.-Nas.-u.Kehlkopfheilkunde, 145, 273-282, 1938
34	Wodak E.	Die klinische Vestibualarisuntersuchung im Lichte neuerer Methoden. Pract. Otorhinolaryng., 22, 397-402, 1960

Herrn Professor Dr. C.F. Claussen danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und für seine Unterstützung bei der Durchführung und Abfassung dieser Arbeit.

Herrn Professor Dr. W. Kley danke ich für die Übernahme des Korreferates und für die Möglichkeit, in den Räumen der HNO - Universitäts-Klinik die Untersuchungen durchführen zu können. Herrn Professor Dr. W. Prott danke ich für die Anregungen, die er zum Thema der Arbeit gab. Zu Dank verpflichtet bin ich weiterhin den Mitarbeitern der Abteilung für Neurootologie, insbesondere Frau I. von Schlachta.

L e b e n s l a u f

Name:	Joachim Schubert
geboren am:	13.09.1953 in Augsburg als Sohn des Kaufmanns Erhard Schubert und seiner Ehefrau Ingeburg Schubert
1959 - 1964	Besuch der Volksschule Hochzoll-Süd bei Augsburg
1964 - 1973	Besuch des humanistischen Kaiser-Heinrich-Gymnasiums in Bamberg
1973, Mai	Abitur
1973 - 1975	Studium der Humanmedizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen
1975 - 1980	Studium der Humanmedizin an der Julius-Maximilian-Universität Würzburg
1980, Oktober	Erteilung der Approbation durch das Bayerische Staatsministerium des Inneren
1981 - 1982	Stabsarzt und Truppenarzt des Panzerartilleriebataillons in Wildflecken